

José Luis González García

Análisis de la inestabilidad
financiera potencial de un sistema:
efectos de la estructura retributiva
directa

Departamento
Dirección y Organización de Empresas

Director/es
Berges Lobera, Ángel

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>

Tesis Doctoral

**ANÁLISIS DE LA INESTABILIDAD FINANCIERA
POTENCIAL DE UN SISTEMA: EFECTOS DE LA
ESTRUCTURA RETRIBUTIVA DIRECTA**

Autor

José Luis González García

Director/es

Berges Lobera, Ángel

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Dirección y Organización de Empresas

2013

**Universidad de Zaragoza
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales**

**Programa de doctorado: Economía y Gestión de las
Organizaciones**

**ANÁLISIS DE LA INESTABILIDAD FINANCIERA
POTENCIAL DE UN SISTEMA: EFECTOS DE LA
ESTRUCTURA RETRIBUTIVA DIRECTIVA.**

**Tesis doctoral que presenta:
JOSÉ LUIS GONZÁLEZ GARCÍA**

**Dirigida por:
ÁNGEL BERGES LOBERA**

Abril de 2013

ÍNDICE

ÍNDICE.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	10
I.1.- JUSTIFICACIÓN: ESTABILIDAD FINANCIERA Y SISTEMAS RETRIBUTIVOS.....	10
I.2.- PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE TESIS.	18
I.3.- METODOLOGÍA UTILIZADA.	19
I.4.- PRINCIPALES APORTACIONES	26
CAPITULO II: EL CONCEPTO DE ESTABILIDAD FINANCIERA.	30
II.1.- LA BÚSQUEDA DE UNA DEFINICIÓN DE ESTABILIDAD FINANCIERA.....	30
II. 2.- UN CONCEPTO DE ESTABILIDAD FINANCIERA.....	33
II.2. 1.- LA PÉRDIDA ABSOLUTA Y LA CONCENTRACIÓN.	34
II.2. 2.- LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.	35
II.2. 3.- ESTABILIDAD RECIBIDA VS ESTABILIDAD TRANSMITIDA.....	36
II.2. 4.- DEFINICIÓN DE ESTABILIDAD FINANCIERA.	37
II.3.- VERIFICACIÓN EMPÍRICA DEL CONCEPTO.....	38
II.3.1.- PÉRDIDA ABSOLUTA Y PÉRDIDA RELATIVA (CONCENTRACIÓN),.....	38
II.3.2.- PROBABILIDAD DE CRISIS.	41
II.3.3.- CONCLUSIÓN.	42
CAPÍTULO III. EL MODELO PARA VALORAR LA ESTABILIDAD FINANCIERA (I): LA UNIDAD AISLADA.....	46
III.1.- INTRODUCCIÓN.	46
III.2. – FUNCIONAMIENTO DE UNA UNIDAD AISLADA.	49
III.3.- FUNCIONAMIENTO DE UNA UNIDAD AISLADA CONDICIONADA A LA REALIZACIÓN DE UNA GESTIÓN EFICIENTE DE RIESGOS Y BENEFICIOS FINANCIEROS.....	50
III. 4.- OTRAS VARIABLES PARA DEFINIR EL COMPORTAMIENTO DE UNA UNIDAD AISLADA.....	55
III.5.- ALGUNAS PROPIEDADES DE UNA UNIDAD AISLADA CON GESTIÓN EFICIENTE DE RIESGOS Y BENEFICIOS FINANCIEROS.....	58
III.6.- CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO.....	59
CAPÍTULO IV. EL MODELO PARA VALORAR LA ESTABILIDAD FINANCIERA (II): SISTEMA DE UNIDADES RELACIONADAS ENTRE SÍ Y CON EL ENTORNO.	62
IV.1.- LA RELACIÓN FINANCIERA. TIPOS DE RELACIONES FINANCIERAS.....	62
IV.2. - ASIGNACIÓN EFICIENTE DE RIESGOS EN UN SISTEMA HORIZONTAL: EL PARADIGMA DE LA TRANSMISIÓN DE LA RENTABILIDAD LOS RECURSOS PROPIOS.....	66

IV.3.- ASIGNACIÓN EFICIENTE DE RIESGOS EN UN SISTEMA CON RELACIONES VERTICALES.....	70
IV.4.- CAPITAL MÁXIMO Y MÍNIMO.....	71
IV.5.- CAPITAL POR DIVERSIDAD.....	74
IV.6.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	75
CAPÍTULO V.- ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA (I): LA PÉRDIDA ABSOLUTA.....	78
V.1.- MEDICIÓN DE LA PÉRDIDA ABSOLUTA.....	78
V.2.- PÉRDIDA ABSOLUTA: CONSECUENCIAS PARA LA POLÍTICA DE ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL.....	82
V.2.1.- ANÁLISIS DE RANGOS DE VALORES QUE DETERMINAN EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA.....	82
V.2.2.- ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE CADA VARIABLE EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA DEL SISTEMA.....	85
V.3.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	106
CAPÍTULO VI.- ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA II: LA CONCENTRACIÓN..	110
VI.1.- MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN.....	112
VI.2.- CONCENTRACIÓN: CONSECUENCIAS PARA LA POLÍTICA DE ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL.....	121
VI.3.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	136
CAPÍTULO VII.- ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA (III): LA PROBABILIDAD DE CRISIS.....	140
VII.1.- MEDICIÓN DE LA PROBABILIDAD DE CRISIS.....	142
VII.2.- PROBABILIDAD DE CRISIS: CONSECUENCIAS PARA LA POLÍTICA DE ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL.....	152
VII.3.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	156
VII.4.- CONSIDERACIÓN CONJUNTA DE LAS TRES DIMENSIONES DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA.....	157
VII.5.- APLICACIÓN DEL MODELO.....	160
VII.6.- CONSIDERACIÓN FINAL SOBRE EL MODELO.....	166
CAPÍTULO VIII.- EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA DE LOS SISTEMAS DE RETRIBUCIÓN VARIABLE EN EL SECTOR BANCARIO.....	170
VIII.1.- RETRIBUCIÓN LIGADA AL VALOR DE LA ACCIÓN.....	177
VIII.2.- RETRIBUCIÓN CON STOCK OPTIONS.....	181
VIII.3.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL VOLUMEN DE CRÉDITO... ..	185
VIII.4.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL VOLUMEN DE PASIVO.	186

VIII.5.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD DEL CRÉDITO.	187
VIII.6.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS A LA REBAJA DEL COSTE DEL PASIVO.....	190
VIII.7.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL MARGEN FINANCIERO.....	193
VIII.8.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS A LA MOROSIDAD.....	196
VIII.9.- ANÁLISIS EMPÍRICO.	199
VIII.9.1.- PRIMER ANÁLISIS EMPÍRICO.....	199
VIII.9.2.- SEGUNDO ANÁLISIS EMPÍRICO.....	202
VIII.10.- CONCLUSIÓN.....	205
CAPÍTULO IX.- OTRAS APLICACIONES DEL MODELO PROPUESTO.	210
IX.1.- APLICACIÓN DEL MODELO (I): ORGANIZACIÓN DE LA SUPERVISIÓN MACRO-PRUDENCIAL Y LA SUPERVISIÓN MICRO-PRUDENCIAL.	210
IX.1.1.- PLANTEAMIENTO DE LA CUESTIÓN.	210
IX.1.2.- APLICACIÓN DEL MODELO Y DISCUSIÓN.	213
IX.1.3.- CONCLUSIONES DEL APARTADO.	217
IX.2.- APLICACIÓN DEL MODELO (II): INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA REAL (NO POTENCIAL) DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA FINANCIERO.	219
IX.2.1.- EFECTOS DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA SOBRE LA DIMENSIÓN “PÉRDIDA ABSOLUTA” DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA.	222
IX.2.2.- EFECTOS DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA SOBRE LA CONCENTRACIÓN (PÉRDIDA RELATIVA).....	225
IX.2.3.- EFECTOS DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA SOBRE LA PROBABILIDAD DE FRACASO.	227
IX.2.4.- CONCLUSIÓN DEL APARTADO.....	228
IX.3.- APLICACIÓN DEL MODELO PROPUESTO (III): ACELERACIÓN FINANCIERA; EFECTOS EN EL CRÉDITO DE LA VARIACIÓN EN EL PRECIO DE LOS ACTIVOS (CREDIT CRUNCH).	231
IX.3.1.- APLICACIÓN DEL MODELO.	231
IX.3.2.- CONCLUSIONES DEL APARTADO.	235
IX.4.- APLICACIÓN DEL MODELO PROPUESTO (IV): EFECTO DE LOS MERCADOS INTERBANCARIOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA.	236
IX.4.1.- INTRODUCCIÓN DEL MERCADO INTERBANCARIO EN EL MODELO.	237
IX.4.2.- EFECTO DE LA EXISTENCIA DEL MERCADO INTERBANCARIO EN LA PÉRDIDA ABSOLUTA.	238

IX.4.3.- EFECTO DE LA EXISTENCIA DEL MERCADO INTERBANCARIO EN LA CONCENTRACIÓN.....	239
IX.4.4.- EFECTO DE LA EXISTENCIA DEL MERCADO INTERBANCARIO EN LA PROBABILIDAD DE FRACASO.....	240
IX.4.5.- CONCLUSIONES DEL APARTADO.....	241
BIBLIOGRAFÍA.....	244
ANEXOS.....	259
ANEXO I.....	260
ANEXO II. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 1.....	263
ANEXO III. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 2.....	264
ANEXO IV. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 3.....	266
ANEXO V. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 4.....	275

**CAPÍTULO I:
INTRODUCCIÓN.**

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

I.1.- JUSTIFICACIÓN: ESTABILIDAD FINANCIERA Y SISTEMAS RETRIBUTIVOS.

Las crisis económicas son fenómenos macroeconómicos que no han sido generados por la naturaleza de forma aleatoria, ni son ajenos a la acción humana o nacidos de la mala suerte; las crisis económicas, al igual que las épocas de bonanza, son una composición formada por un conjunto de decisiones individuales, más o menos heterogéneas, tomadas por cada uno de los agentes de una economía.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las implicaciones macroeconómicas de decisiones organizativas de las empresas bancarias. Para alcanzar este objetivo, conectaremos un fenómeno con claras implicaciones macroeconómicas, como son las crisis bancarias, con las decisiones empresariales relativas al sistema de retribución de los directivos bancarios.

La investigación metodológicamente arranca en la empresa, continúa con las relaciones entre empresas y de estas con el entorno, y termina en la integración de la empresa bancaria en el conjunto del sistema financiero y de este con el resto de la economía. De esta manera, se pueden conectar las decisiones organizativas tomadas en el seno de la empresa, con los efectos macroeconómicos de las mismas sobre la estabilidad financiera del conjunto del sistema bancario.

Así pues, los dos polos a conectar en este trabajo son, por un lado, los aspectos macroeconómicos, representados por la estabilidad financiera y, por otro lado, los aspectos organizativos empresariales, representados por las decisiones sobre retribuciones.

Respecto del primero de los polos, podemos indicar que, a pesar del reciente interés por el estudio de la estabilidad financiera, las crisis contemporáneas no suponen ninguna novedad temporal¹, ni geográfica², pues son comunes a cualquier

¹ Las crisis financieras se manifiestan como una constante histórica desde tiempos remotos. Resultan clásicas las citas a la crisis de la Banca Médici, en Florencia (en 1.494), la crisis de los tulipanes en Holanda (en 1.637), o la crisis South Sea, en Reino Unido (en 1.720). Por referirnos sólo a algunos de los más relevantes episodios de crisis ocurridos en los últimos años, podemos citar los fuertes movimientos en los mercados de acciones del "Black Monday" de 1987, los "currency swings" de los años 90, las turbulencias en los mercados de renta fija de los países del G-10 de 1994, la crisis mejicana ese mismo año, las turbulencias en los mercados de renta fija de EEUU de 1996, los fuertes movimientos en los mercados de acciones de 1997, la crisis asiática de 1998, la crisis rusa de 1998, el colapso del Long-Term Capital Management, o volatilidad en los mercados de acciones globales durante 2000 y 2001. La reciente crisis de 2007 desencadenada por las hipotecas subprime completa, por el momento, la relación de turbulencias.

época y cualquier lugar, afectando tanto a los países ricos, como a los no desarrollados³. Las crisis, además, son fenómenos, en buena parte, homogéneos pues, como indican Reinhart y Rogoff (2009), existen elementos básicos, comunes a todas las crisis en cualquier época o lugar. Esto no es óbice para indicar que cada crisis tiene ciertas características que les son propias⁴.

Sin embargo, pese a la extensión de geográfica y temporal del fenómeno y pese a las importantes consecuencias del mismo para el bienestar de los individuos⁵, la ciencia de la estabilidad financiera, a diferencia de lo que sucede con la política monetaria⁶ o con la macroeconomía, se encuentra todavía en un estado poco avanzado. Actualmente, la literatura no proporciona un conjunto de herramientas que permitan valorar y gestionar adecuadamente la estabilidad financiera (Goodhart, 2007), pese al creciente interés que la cuestión suscita tras las turbulencias financieras iniciadas en el año 2007.

Los problemas nacen en la propia definición de estabilidad financiera sobre la que no existe suficiente consenso, como puede verse en Issing (2003) o Schinasi (2004). Consecuencia de esta falta de definición, la disciplina no tiene una metodología comúnmente aceptada como válida, encontrándose en un estadio similar al de la política monetaria hace 2 ó 3 décadas. La carencia de fuentes de información o el hecho de que el foco de atención sean las colas izquierdas de las distribuciones, complican sustancialmente la teoría y práctica de la estabilidad financiera (Fell, 2005).

² En 1996, el Banco Mundial puso el acento sobre la presencia constante de las crisis en el tiempo y el espacio, publicando estudios en los que concluían que las tres cuartas partes de los países miembros habían tenido algún episodio de crisis bancaria durante los 80 y 90. Estos estudios pusieron de manifiesto la extensión del fenómeno (Lindgren, 1996 y Caprio, 1996). También puede consultarse Glick, R. y Hutchison (1999) que documentan 71 crisis en países desarrollados y en desarrollo durante los 70, 80 y 90.

³ Reinhart y Rogoff (2009) aportan abundantes evidencias de la constante presencia temporal y geográfica de estos fenómenos.

⁴ A este respecto pueden verse Borio et al. (2010), donde se analizan las peculiaridades de la crisis iniciada en el verano de 2007 y se compara con la crisis nórdica e los años 80.

⁵ La literatura trata los efectos de las crisis financieras sobre la renta y la riqueza de los ciudadanos y, por ejemplo, Hoelscher y Quintyn (2003) ponen de manifiesto los elevados costes fiscales que generan las insolvencias bancarias que van desde el 3% del PIB en el caso de USA, hasta el 50%, en el caso de Chile o Indonesia. Por su parte, Hoggarth et al. (2002) documentan caídas medias del 15-20% del GDP durante las crisis bancarias.

⁶ Es una constante en la literatura la referencia al escaso desarrollo de la ciencia de la estabilidad financiera en comparación con la ciencia de la estabilidad de precios (Goodhart, C.A.E. (2005)).

Las dificultades en la definición, continúan en la explicación del origen de la inestabilidad. Existen dos líneas clásicas para la explicación de la gestación de la inestabilidad financiera, según se atribuya ésta a causas exógenas o endógenas al propio sistema financiero.

Las primeras se centran en las crisis de liquidez generadas por las corridas bancarias, fenómenos aleatorios y no relacionados con la marcha de la economía real. El influyente trabajo de Diamond y Dybvig (1983), considera las corridas bancarias como profecías auto-cumplidas. Suponiendo que se atiende primero a quien primero llega (first-come, first served), si todos creen que el pánico ocurrirá todos retirarán sus fondos. Si nadie lo cree, la retirada se producirá en función de las necesidades reales de liquidez. Cuál de los dos equilibrios se producirá depende de variables extrañas o “sunspots”⁷. Cuando hay múltiples equilibrios posibles es difícil indicar cuál será el que ocurra, por lo que el equilibrio es determinado de forma arbitraria.

En paralelo a esta línea, pueden citarse los trabajos de Friedman (1963) o Schwartz (1987), que identifican crisis financieras con pánicos bancarios, que vendrían causados, de forma exógena, por contracciones monetarias. Estos pánicos, en sistemas bancarios con reservas fraccionarias, generan la quiebra de entidades.

La otra línea clásica considera que la estabilidad financiera es el resultado endógeno del ciclo económico. Arranca de la Financial Instability Hypothesis de Minsky que considera la economía como naturalmente inestable. Durante las etapas de prosperidad las estructuras evolucionan de forma endógena hacia la fragilidad financiera. La inestabilidad financiera sería el resultado natural del crecimiento del riesgo a lo largo del tiempo, donde actuarían mecanismos de retroalimentación dentro del sistema financiero y entre el sistema financiero y la economía. Estos mecanismos generan desequilibrios financieros que, en un punto determinado, se desencadenan generando, así, un cambio endógeno. Un cambio de ciclo reduce el valor de los activos bancarios generando una crisis bancaria. Los pánicos no son aleatorios, sino que responden a eventos económicos. Por ello, la fragilidad financiera tendría como causa (endógena) el comportamiento excesivamente optimista de los agentes. En este sentido puede verse Minsky (1978)⁸, Kindleberger (2005)⁹ o Gorton (1988)¹⁰.

⁷ Término que se refiere a noticias o eventos que por sí mismos no deberían mover los mercados, pero que si un número suficiente de personas creen en ellos, acaban produciendo movimientos en los mercados. El término fue utilizado por el economista inglés William Stanley Jevons en 1.870.

⁸ Minsky establece la existencia de tres tipos de entidades: (i) entidades cubiertas: pueden hacer frente al capital y los intereses. (ii) entidades especulativas: no pueden hacer frente a los intereses, aunque sí al capital y (iii) entidades de Ponzi: no pueden hacer frente ni al capital, ni a los intereses, con lo que precisan la refinanciación continua de sus posiciones. Partiendo de estos tipos de

Junto con estas aportaciones teóricas clásicas, conviven numerosas líneas de investigación que, en su mayor parte, pueden ser relacionadas con una de las dos líneas básicas anteriores. Así, se estudian cuestiones concretas que influyen en la estabilidad financiera como el herd behavior¹¹, la asimetría informativa¹², el papel de los mercados¹³, los canales de contagio¹⁴, las burbujas¹⁵, la resolución de crisis¹⁶, o el “trade-off” entre política monetaria y estabilidad financiera¹⁷.

Una línea muy interesante se refiere a los mecanismos de amplificación dentro del sistema financiero por efecto de las garantías de las inversiones (colaterales). En este sentido, resultan clásicos los trabajos de Bernanke y Gertler (1989) y Bernanke, Gertler y Gilchrist (1996) que desarrollaron el concepto de acelerador financiero. Muestran cómo las condiciones del mercado del crédito pueden

entidades la Financial Instability Hypothesis, sostiene dos teoremas fundamentales: (i) una economía tiene unidades estables y unidades inestables; (ii) en periodos expansivos las unidades cubiertas tienden a pasar a ser unidades especulativas y unidades Ponzi.

⁹ Trabajo clásico que sostiene que el ciclo de manías y pánicos vienen producidos por cambios procíclicos en la oferta del crédito. Esta se incrementa relativamente rápido en las fases de expansión económica y se contrae marcadamente cuando el crecimiento económico remite.

¹⁰ Realiza un estudio empírico que analiza siete crisis con pánicos bancarios en USA desde 1.863 a 1.914 (U.S. National Banking Era) concluyendo que los pánicos son eventos ligados al ciclo económico.

¹¹ Puede verse Chari y Kehoe (2003).

¹² Jacklin y Bhattacharya (1988) analiza la diferencia entre los pánicos causados de forma aleatoria y los pánicos causados por la información asimétrica. Entiende la asimetría en una doble dirección: los depositantes no conocen la calidad de los activos de los bancos y los bancos no pueden observar las necesidades de liquidez de los depositantes.

¹³ Shleifer y Vishny (2009) los autores proponen una teoría en la que los bancos realizan, además de su negocio tradicional, actividades de securitización y distribución. Su modelo predice que el crédito bancario y las inversiones reales serán volátiles cuando los mercados financieros sean volátiles. El mensaje central es que la intermediación financiera transmite la inestabilidad financiera a la economía real; la volatilidad del sentimiento se convierte en volatilidad de la economía real.

¹⁴ Lagunoff y Schreft (2001) construyen un modelo en el que el rendimiento de la cartera de cada agente depende de la distribución de la cartera de otros agentes. En el modelo los agentes sujetos a shocks redistribuyen su cartera rompiendo uniones con otros agentes.

¹⁵ Issing (2003) sugiere que la estabilidad financiera está relacionada con las burbujas en mercados financieros, o de forma más general, con la volatilidad en los proxies de los mercados financieros.

¹⁶ Zhu (2001) propone diversas alternativas para la resolución de crisis bancarias.

¹⁷ Sobre este tema puede verse Bordo (1998)

amplificar y propagar los shocks. La asimetría informativa lleva al problema de la agencia entre prestamistas y prestatarios. Un shock negativo en la riqueza de los prestatarios es amplificado por la naturaleza principal-agente de la relación entre prestamistas y prestatarios. Otro estudio influyente es el de Kiyotaki y Moore (1997) que muestra que los pequeños shocks pueden producir grandes efectos por causa de los colaterales. Un shock que baja los precios de los activos genera una bajada en el valor de los colaterales. Se produce una espiral en la que los precios de los activos bajan, se pide menos prestado y los precios de los activos vuelven a bajar. Una interrupción en la provisión de liquidez puede ser el shock que inicialmente baje los precios de los activos y genere este problema.

Junto con las citadas aportaciones teóricas, existe abundante literatura empírica sobre las crisis bancarias, dedicada a analizar los efectos sobre la estabilidad financiera de diversos aspectos, como la liberalización financiera¹⁸, los tipos de cambio¹⁹, el endeudamiento externo²⁰, el régimen de propiedad de los bancos²¹, el papel de las instituciones²², la regulación²³, la supervisión²⁴, la integración

¹⁸ Kaminsky y Reinhart (1999) estudiaron un amplio rango de crisis en 20 países, incluyendo 5 industrializados y 15 en desarrollo. El precursor común de todas las crisis fue la liberalización financiera y una apreciable expansión del crédito.

¹⁹ La literatura trata ampliamente el fenómeno de las llamadas “twin crisis” referido a la concurrencia de crisis bancarias con crisis cambiarias. Kaminsky y Reinhart (1999), se centra en el fenómeno de las twin crisis. Analiza el comportamiento de 15 variables macroeconómicas, en los 24 meses anteriores a la crisis, y lo compara con su comportamiento en épocas sin crisis. Las crisis cambiarias son mucho más frecuentes que las bancarias (76 contra 26 episodios, de los que 19 fueron twin crisis). Las tres variables más explicativas fueron la apreciación del tipo de cambio real, seguido de los precios de las acciones y del multiplicador del dinero. Sin embargo, el error tipo I (falsos negativos) era muy elevado.

²⁰ Matsumoto (2007), analiza las principales causas de la crisis Indonesia de 1997, con los elementos comunes a todas las crisis (endeudamiento exterior, defectos en el control del riesgo y la supervisión y regulación,...), relacionándolo con la Hipótesis de inestabilidad financiera de Minsky.

²¹ Caprio y Martínez-Peria (2000) demuestran empíricamente que cuanto mayor es la participación gubernamental en la propiedad de los bancos mayor es la probabilidad de crisis.

²² Nieto y Schinasi (2007) valora si la actual estructura institucional de salvaguarda de la estabilidad financiera de la UE es capaz de afrontar los riesgos que para la estabilidad financiera tiene la creciente actividad cross border que las entidades supervisadas realizan. La creciente aparición de un sistema financiero europeo incrementa la probabilidad de contagios paneuropeos y aumenta el riesgo sistémico europeo. No existe literatura que valore si se cuenta con una estructura institucional adecuada para este reto, salvo por el trabajo de Freixas (2005) que sugiere que las asimetrías de la información y las capacidades prudenciales de los países generan decisiones y resultados sub-óptimos, que pueden ser mejorados mediante la toma de decisiones cooperativas y la centralización de la información.

²³ Repullo, Saurina y Trucharte (2010) demuestra cómo los requerimientos de capital de Basilea II tienen un efecto amplificador del ciclo económico.

internacional²⁵, el gobierno corporativo²⁶ o los sistemas políticos²⁷. También existen aportaciones interesantes sobre los efectos de las crisis en la economía real^{28 29 30} y sobre los costes de las crisis^{31 32 33}.

²⁴ De Juan (1997) enfatiza la importancia de la supervisión microprudencial.

²⁵ Freixas y Holthausen (2005) analizan el grado de integración internacional de los mercados bancarios cuando la información internacional sobre los bancos es menos precisa que la información nacional. Sólo si la información cross-border es suficientemente precisa la integración de los mercados es posible.

²⁶ Das et al. (2004) analiza los efectos de la regulación del gobierno corporativo sobre la estabilidad financiera. Para ello, desarrolla dos índices, uno sobre regulación de gobierno corporativo y otro sobre estabilidad financiera y los relaciona.

²⁷ Brown y Dinc (2005), muestra para los bancos con problemas que es más improbable que pierdan su licencia o sean cerrados antes de las elecciones que después de estas. Este efecto es mayor cuando el partido gobernante es políticamente débil.

²⁸ Por ejemplo, resulta interesante el trabajo de Davis y Stone (2004) quienes analizan el impacto de las crisis financieras en la deuda de las empresas y el PIB de varios países. Para ello, parten de los flujos cross-country y los datos de balance. Los resultados sugieren que la reducción de inventarios es la principal causa de reducción del PIB tras una crisis y su efecto es mayor en los países emergentes. Existe una correlación importante entre el ratio deuda-capital, con la reducción de inversión e inventarios tras la crisis. La crisis financiera tiene mayor impacto en los sectores productivos de los países no industrializados. Los países industrializados se benefician de la existencia de numerosos canales para la emisión de deuda, por lo que las emisiones crecen en las crisis bancarias. Estos resultados invitan a una vigilancia más intensa de los sectores empresariales. Específicamente, propone incluir indicadores de estabilidad financiera, algunos relacionados con el balance y flujos de fondos de los sectores industriales. También propone la introducción de incentivos a las empresas para mantener la estabilidad financiera.

²⁹ Holmstrom y Tirole (1997) estudian un modelo de intermediación financiera en el que las empresas y los intermediarios están constreñidos por el capital. Concluyen que cualquier forma de estrechamiento de capital (credit crunch, colateral squeeze o saving squeeze) impacta más en las firmas pequeñas poco capitalizadas

³⁰ Nier y Zicchino (2008), valoran en qué medida el deterioro de la cartera de préstamos afecta a la provisión de crédito de los bancos a las empresas y las familias. Para ello, analizan más de 600 bancos de 32 países hallando que las pérdidas generan una reducción en el crédito que es mayor cuanto menor es la capitalización de los bancos y cuanto más estrecha es la política monetaria. El feedback entre deterioro de la cartera crediticia y menor provisión de crédito juega un papel amplificador de las fluctuaciones macroeconómicas.

³¹ Honohan y Klingebiel (2003), clasifican los tipos de intervención en las crisis en cinco categorías: garantía de depósitos, apoyo a la liquidez bancaria, recapitalización bancaria, asistencia financiera de deudores y perdón (forbearance). Concluyen que cuanto más generoso es el salvamento más costosa es la crisis.

No sólo en la materia objeto de estudio, sino también en los enfoques utilizados para su estudio conviven distintas aproximaciones. Así, mientras algunos autores se centran en el uso de métodos macroeconómicos, otros basan sus trabajos en las finanzas.

En ausencia de una aproximación científica al problema de las crisis financieras, resulta imprescindible prevenir y gestionar las crisis que se desencadenan, por lo que numerosos trabajos desarrollan herramientas para que los gestores de la estabilidad financiera desarrollen su labor. Dentro de esta literatura práctica se enmarcan el desarrollo de *early warning systems*³⁴, de test de estrés³⁵, de indicadores³⁶ o de encuestas.

Algunas aportaciones ponen el acento en las decisiones relativas al control interno del riesgo de los bancos como origen de las crisis bancarias. En este sentido, puede verse las aportaciones teóricas y de política supervisora de De Juan (1997) y el trabajo empírico de Ellul, A. and V. Yerramilli (2010)³⁷.

Respecto del segundo de los polos a conectar en este trabajo, la cuestión de la retribución, podemos indicar que en las últimas décadas, se ha incrementado de manera sustancial el peso de la retribución variable en los directivos bancarios y, especialmente la ligada a las evoluciones de las acciones, como ponen de manifiesto

³² Claessens, Klingebiel, y Laeven (2004) encuentra que los apoyos generosos al sistema bancario no reducen los costes de la crisis; aunque la interpretación es ambigua.

³³ Las pérdidas que suponen las crisis bancarias han sido muy importantes en muchos países como numerosos artículos han documentado: Caprio y Klingebiel (1996 y 1999), Frydl (1999), Hoggarth, Reis y Saporta (2001) y Lindgren, Gardía y Saal (1996).

³⁴ Poghosyan y Čihák (2009) incluye un análisis de los *early warning systems* utilizados por distintos supervisores. Muestra la gran variabilidad en las técnicas aplicadas; también el amplio uso de los *early warning systems* a nivel mundial.

³⁵ Pueden citarse como ejemplos Hoggarth et al. (2005), Blaschke et al. (2001), Drehmann (2008), Pesaran et al. (2006), Elsinger et al. (2006), Huang et al. (2009), Borio y Drehmann (2009).

³⁶ Puede verse, por ejemplo, Čihák (2006)

³⁷ Encuentran que instituciones con funciones de control del riesgo fuertes e independientes asumen menores riesgos. Crean un índice para valorar la fortaleza de la función de riesgos de las 74 mayores holding bancarias americanas cotizadas. Miden el riesgo considerando variables como la dudosa, la actividad con derivados, la cartera de trading o la exposición a activos respaldados por hipotecas.

diversos trabajos, entre los que pueden citarse a Cuñat, V. y Guadalupe, M. (2009)³⁸ o a Chen, C.R., Steiner, T.L. y Whyte, A.M. (2006).

Existen dos líneas básicas en el estudio de esta evolución. La primera pone el acento en que las retribuciones variables son una manera de alinear la actuación de los directivos con los intereses de los accionistas a fin de que aquellos aprovechen mejor las oportunidades que el mercado les ofrece. La forma de hacerlo es mediante la conversión del flujo de caja que reciben los directivos en una función convexa del precio de la acción de la compañía. Las stocks options se constituyen como la principal vía para introducir esta convexidad. Los efectos de introducir esta convexidad se manifiestan en una mayor asunción de riesgo por la firma, como ponen de manifiesto diversos trabajos empíricos Ellul, A. and V. Yerramilli (2010)³⁹, John, K. and Qian, Y. (2003), DeYoung, R., Peng, E.Y., Yan, M. (2010) y Coles, J.L., Daniel, N.D., Naveen, L., (2006).

La otra línea básica pone el acento en considerar esta práctica retributiva como una forma abusiva de no respetar los derechos del conjunto de stakeholders, de forma que permitiría a directivos y accionistas no soportar las consecuencias negativas de sus propios actos exacerbando la transferencia de riesgos hacia otros stakeholders como bonistas, depositantes o el propio Estado. Esta transferencia de riesgos haría posible que los gestores decidiesen emprender proyectos con valor actual negativo para la empresa, dado que tales proyectos pueden tener valor actual positivo para los propios gestores. En este sentido, puede verse Bebchuk, L.A., Spamann, H., (2009) o John, T.A. and John, K. (1993).

Una parte relevante de esta literatura, considera que, en especial, la retribución a través de stock options en el sector bancario puede inducir a realizar inversiones más arriesgadas, como puede verse en Chen, C.R., Steiner, T.L. y Whyte, A.M. (2006) en Ellul, A. and V. Yerramilli (2010) y en Mehran, H., Rosenberg, J.V., (2007). No obstante, este último trabajo indica que una mayor presencia de stock options en la retribución incrementa los niveles de capital, reduciendo el apalancamiento.

En suma, del análisis de los antecedentes obtenemos dos conclusiones básicas. La primera es que la estabilidad financiera es un vasto campo de estudio, que ha sido

³⁸ Trabajo empírico sobre el sector bancario donde los autores encuentran que la desregulación incrementa la competencia y cambia sustancialmente la estructura de la retribución: incrementa el peso de los componentes variables e incrementa la sensibilidad al pago por resultados haciendo caer el peso del componente fijo; al mismo tiempo, indican que el efecto final del variable sobre la retribución total es pequeño.

³⁹ Encuentra correlaciones positivas entre la proporción de inversores institucionales y el riesgo asumido por la firma. También de la vega de la retribución del CEO con el riesgo asumido por la firma. También de la delta de la retribución del CEO con el riesgo asumido por la firma.

abordado desde diferentes enfoques, pero sobre el que todavía no existe ni una definición, ni una metodología generalmente aceptada.

La segunda conclusión es que, si bien existen trabajos sobre los efectos de la retribución variable en las inversiones o sobre el capital, no se ha tratado su efecto final sobre la estabilidad financiera.

Sin contar con una definición y una metodología sobre estabilidad financiera resulta difícil evaluar los efectos sobre esta estabilidad financiera de las decisiones organizativas que se producen en el sector bancario, como puede ser las relativas a la estructura retributiva directiva.

I.2.- PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE TESIS.

En el contexto anteriormente mencionado los principales objetivos de esta tesis son tres: (i) proponer una definición operativa de estabilidad financiera, (ii) proponer una metodología cuantitativa para su medición y (iii) aplicar tal definición y metodología al análisis de los efectos sobre la estabilidad financiera de las políticas retributivas.

En primer lugar, desarrollamos una definición de estabilidad financiera susceptible de ser cuantificada, lo que se contiene en el Capítulo II. Hemos visto que el principal problema de muchas de las definiciones de estabilidad financiera aportadas por la literatura radica en la falta de operatividad de las mismas. Por ello, proponemos una definición de estabilidad sustentada en tres dimensiones cuantificables: (i) la pérdida absoluta para los bonistas del sistema, (ii) la concentración de tales pérdidas y (iii) la probabilidad de fracaso del sistema.

La definición que propondremos se centra en la “inestabilidad transmitida” a los bonistas, por el sistema, tras un impacto, por lo que la inestabilidad es el resultado de considerar tanto el impacto que se recibe, como la capacidad de absorción de ese impacto por el sistema.

Tras la definición, realizamos un análisis empírico a fin de validar las tres dimensiones en las que basamos la definición.

En segundo lugar, desarrollamos un método de medición de la inestabilidad financiera, basado en el Contingent Claim Analysis; proponemos realizarla (i) sobre información agregada (en un sistema con unidades heterogéneas) y (ii) en términos potenciales (analizando el peor caso posible).

Cuando intentamos valorar la estabilidad financiera de un sistema, la primera información con la que podemos contar es la información agregada del mismo.

Resulta muy costoso contar con información individualizada de las unidades que componen un sistema, por lo que la agregada puede servir de primera aproximación para conocer la situación del sistema o compararlo con otros⁴⁰.

En tercer lugar, aplicaremos la definición y el método de medición del modelo teórico desarrollado para analizar los efectos sobre la estabilidad financiera de los sistemas retributivos bancarios.

I.3.- METODOLOGÍA UTILIZADA.

La aproximación metodológica que utilizaremos para el estudio de las crisis será de abajo a arriba, partiendo de un modelo de empresa bancaria para, posteriormente, ir añadiendo relaciones con otras empresas a fin de conseguir analizar sus efectos de nivel de industria. Una vez conocidos los efectos en el sector financiero, analizamos las consecuencias externalizadas por esta industria al resto de la economía (inestabilidad transmitida).

El método que proponemos consiste en estimar, partiendo de la información agregada de un sistema (y sin contar con ningún dato particular sobre las unidades que lo componen), las unidades más extremas que pueden darse en su seno, desde el punto de vista de la estabilidad financiera. Una vez estimadas estas, medimos cuál será la estabilidad financiera caso que existan en el sistema tales unidades. Una de las lecciones de la reciente crisis financiera es que, en ocasiones, algunos de los peores casos previstos a priori pueden finalmente ocurrir.

Precisamente por eso, dado que consideramos que el sistema puede estar formado por unidades muy heterogéneas, es por lo que facilitamos, para una determinada información agregada, un rango máximo dentro del cual se pueden mover las magnitudes numéricas que definen la (in)estabilidad financiera, y por lo que calificamos como “potencial” a la (in)estabilidad financiera así calculada.

Entendemos importante para la valoración de la estabilidad financiera evitar el uso de medidas medias, ya que pueden enmascarar distribuciones de valores con casos muy extremos. La inestabilidad financiera, normalmente, tiene más que ver con el comportamiento arriesgado de una parte del sistema, que con el comportamiento conjunto del mismo.

⁴⁰ Esto no es óbice para estemos convencidos que la mejor manera de supervisar un sistema es mediante el uso de técnicas microprudenciales estrictas.

Para desarrollar el método de medición, analizaremos cómo se crea y cómo se acumula la inestabilidad. La inestabilidad, que es consustancial al ejercicio de la actividad financiera, se genera en la volatilidad del activo y se acumula (en los bonistas) a través del apalancamiento de cada unidad individual que compone un sistema.

A tales fines, describimos el funcionamiento de una unidad (empresa) en el Capítulo III. Utilizaremos para ello la teoría de opciones, pues nos permite simular unidades productivas y unidades financieras en un ambiente de riesgo, sobre la base de Merton (1974)⁴¹. Utilizaremos el modelo binomial propuesto por Cox, Ross y Rubinstein (1979), por la simplicidad de su cálculo y por su carácter altamente intuitivo.

La teoría de opciones nos permite simular la existencia de una unidad financiada en el momento inicial, con un activo (equivalente al subyacente de la opción), un capital (equivalente al valor de una opción call sobre el activo) y un pasivo (equivalente al valor actual del precio de ejercicio de la opción). También nos permite simular, para un momento final, con una determinada probabilidad, cual va a ser el valor del activo, el valor del pasivo y el valor del capital (su balance). Por diferencia entre el momento inicial y el momento final, podemos calcular el beneficio o la pérdida con la que se enfrenta una unidad financiada (su cuenta de resultados), con una determinada probabilidad, es decir, con un determinado nivel de riesgo.

Los inputs del modelo para simular el balance y cuenta de resultados son el (i) valor actual del activo, (ii) su valor futuro caso de éxito, (iii) su valor futuro caso de fracaso, (iv) el valor de repago de la deuda y (v) el tipo de interés sin riesgo.

Dado que la utilización de la teoría de opciones para la modelización de una empresa puede generar casos absurdos desde el punto de vista financiero (por ejemplo, activos con rendimiento inferior a la tasa libre de riesgo, o recursos propios con valor negativo), sometemos el modelo a una restricción fundamental que evita estos problemas: las probabilidades de éxito (y fracaso) de cada unidad se sitúan en el rango entre 0 y 1. Además, utilizamos otras dos asunciones:

- a) Las unidades individuales del sistema y también su entorno (accionistas y bonistas) estiman con exactitud los valores futuros de su activo y de los activos de las unidades con las que mantienen relaciones financieras y las probabilidades de que se produzcan esos valores. Es decir, existe simetría informativa perfecta.

⁴¹ Según Merton (1974), el spread de bonos sobre la tasa libre de riesgo puede ser explicado por la volatilidad del valor de los activos y el nivel de apalancamiento de la firma.

- b) Los instrumentos financieros son valorados en el momento presente de forma correcta utilizando el sistema propuesto por Merton.

Cuando en una unidad se cumplen los tres condicionantes anteriores decimos que realiza una “gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros”, ya que valora correctamente sus activos y pasivos, y los riesgos con los que se enfrenta. Esto supone que la empresa financiera cumple correctamente buena parte de la función social que justifica su existencia⁴².

Una vez modelizada una empresa, en el Capítulo IV pasamos a analizar la “relación financiera” entre empresas, así como, de estas con el entorno. Mediante la relación financiera las unidades absorben y transmiten estabilidad financiera. Describimos dos tipos básicos de relaciones financieras: horizontales y verticales. Las relaciones horizontales se configuran como una cadena de relaciones financieras entre las unidades de un sistema (un caso típico son los mercados interbancarios). Las relaciones verticales se refieren a las relaciones de las unidades del sistema con su entorno (un caso típico es la cartera bancaria con otros sectores residentes).

Una vez modelizada la empresa individual y sus relaciones, también en el Capítulo IV, damos el salto desde la unidad al sistema, ya que nuestro objeto de estudio es la estabilidad financiera de los sistemas. Tenemos que partir de la unidad y elevarnos al sistema porque la inestabilidad financiera se crea en las unidades. Para ello, describiremos dos tipos básicos de sistemas (horizontales y verticales) en función del tipo de relaciones que predominan. La mayor parte del trabajo lo referimos a sistemas verticales que nos permiten estudiar los sistemas en su relación con el entorno.

Dado que nuestro método se centra en la información agregada, para una determinada información agregada, existen, a priori, infinitas combinaciones internas posibles de agrupación de estas unidades. Por ejemplo, la financiación ajena recibida por un sistema puede concentrarse, en mayor o menor medida, en unas u otras unidades del sistema, por lo que para cada endeudamiento agregado existen infinitas combinaciones dentro de las unidades que componen el sistema.

Pero el modelo que proponemos limita el tipo de unidades posibles dentro de un sistema, por el efecto de la restricción introducida. No cualquier tipo de unidad puede existir en un sistema, sino sólo cierto tipo de unidades: aquellas que realizan una “gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros”. Esto nos permite conocer, para una determinada situación (información) agregada cual es el rango

⁴² Entre las funciones sociales que justifican la existencia de un sistema financiero se encuentran la canalización eficiente de ahorro a proyectos de inversión y la valoración de los riesgos y activos financieros. En este sentido, puede verse Schinasi (2004).

de (in)estabilidad que puede existir en ese sistema. Por ello, apellidamos como “potencial” a la estabilidad (o inestabilidad) financiera que puede encontrarse tras una determinada información financiera agregada. Conocer el rango nos permite estimar en el “peor caso”, circunstancia especialmente útil a la vista de la experiencia obtenida en la crisis financiera internacional iniciada en el verano de 2007.

Esta libertad de las unidades para conformarse busca describir lo que sucede en el mercado donde cada unidad actúa regida por la libertad de empresa. No obstante, tal libertad no es absoluta, ya que en el propio mercado, existen reglas legales establecidas por el Estado, y de ortodoxia financiera impuestas por los participantes en el mismo, que condicionan el comportamiento de las unidades; el modelo las recoge a través de las restricciones anteriores.

La consecuencia de estas restricciones, y una de las aportaciones de este trabajo, es que para cada conjunto de imputs agregados de un sistema (valor actual y futuro de los activos, valor de repago de la deuda y tipo de interés sin riesgo) existe un único capital agregado máximo y mínimo posible en ese sistema. El capital acumulado por un sistema es una variable que condiciona la estabilidad financiera del mismo. Por ello, conociendo el capital mínimo podemos conocer el peor de los casos a efectos de inestabilidad financiera.

El modelo propuesto se desarrolla en un entorno perfecto, en el que se estiman con exactitud los valores futuros y existe simetría informativa entre las unidades del sistema, y de estas con el entorno. Reservamos para investigaciones futuras el análisis de los casos en los que aparecen imperfecciones.

En los capítulos V, VI y VII analizamos, sucesivamente, cada una de las tres dimensiones de la estabilidad financiera (pérdida máxima a soportar por los acreedores, concentración de tal pérdida y probabilidad de fracaso), aplicando el modelo (descrito en el Capítulo III y en el Capítulo IV) al concepto de estabilidad financiera (desarrollado en el Capítulo II).

Los tres capítulos tienen la misma estructura: primero, definimos matemáticamente la dimensión y, después, analizamos los efectos sobre la estabilidad financiera de la variación de los imputs del modelo. Enfocamos la estabilidad financiera de manera que esta se refiere siempre a los efectos sobre los poseedores de recursos ajenos (acreedores o bonistas).

La primera dimensión (pérdida absoluta), la definimos como la diferencia, por un lado, entre el valor del activo, caso de fracaso y, por otro, el valor de los recursos propios agregados del sistema. Dado que estos se mueven dentro de un rango, la pérdida absoluta agregada para los bonistas del sistema también se mueve dentro

de un rango definido. Por ello, conociendo las magnitudes agregadas de un sistema podemos conocer la inestabilidad financiera potencial del mismo en su dimensión de pérdida absoluta.

El siguiente paso que damos es analizar las consecuencias de las variaciones en los imput del modelo (valor actual y futuro de los activos, valor de repago de la deuda y tipo de interés sin riesgo) sobre ese rango en el que se mueve la estabilidad financiera (en su dimensión pérdida absoluta). El modelo describe un comportamiento no lineal de la estabilidad financiera (la linealidad es otra de las limitaciones de algunos enfoques).

Otra de las aportaciones de este trabajo es que el comportamiento no lineal viene condicionado por dos relaciones: (i) según la probabilidad de éxito sea mayor o menor que la eficiencia del sistema y (ii) según el activo invertido al tipo de la deuda compense o no el valor de reembolso de los bonos de sistema. Ambas relaciones explican tanto el comportamiento no lineal de la dimensión pérdida absoluta, como de la dimensión concentración.

Pese a que el modelo con el que trabajamos utiliza un sistema compuesto por sólo dos unidades, demostramos que muchas de las conclusiones que extraemos son extrapolables cualquiera que sea el número de unidades que compongan un sistema.

El mismo trabajo realizado en el Capítulo V para la primera dimensión de la estabilidad financiera (pérdida absoluta) lo realizamos en el Capítulo VI para la segunda dimensión (concentración). Si bien la pérdida absoluta resulta sencilla de formular matemáticamente, definir la concentración resulta algo más complicado.

Definimos la concentración como la mayor pérdida que sufren los bonistas de una de las unidades del sistema respecto de la que le correspondería si las pérdidas totales se distribuyeran entre las unidades que componen el sistema de forma proporcional al peso relativo de sus pasivos en el sistema.

La aportación de esta definición radica en que se considera relevante para la estabilidad financiera la concentración transmitida de las pérdidas del pasivo. Normalmente, la literatura se orienta, al hablar de concentración, a la concentración de activo (concentración recibida). Esta constante en la literatura, en el fondo, supone considerar la homogeneidad (especialmente en el apalancamiento) de todas las unidades que componen un sistema, por lo que resulta contraria a la heterogeneidad que un adecuado análisis de la estabilidad financiera debe considerar. Ante un determinado impacto por concentración, no todas las unidades de un sistema van a reaccionar de la misma manera.

También en este capítulo, analizamos las consecuencias sobre la estabilidad financiera de realizar variaciones en los inputs del modelo.

Un trabajo paralelo al realizado en el Capítulo V para la pérdida absoluta y en el Capítulo VI para la concentración, es realizado, en el Capítulo VII, para la tercera dimensión de la estabilidad financiera: la probabilidad de fracaso. Para medirla proponemos utilizar la probabilidad de fracaso consolidada del sistema. Llamamos unidad consolidada a la unidad teórica cuyos inputs son la suma algebraica de cada uno de los inputs de las unidades del sistema. También en este caso analizamos las consecuencias sobre esta dimensión de la estabilidad financiera de variar los cinco input del modelo.

Introducir variaciones de los inputs del modelo nos permite analizar las consecuencias sobre la estabilidad financiera de las medidas políticas que se adopten que afecten a las magnitudes agregadas del conjunto del sistema (inputs). Por ejemplo, si la estabilidad financiera potencial de un sistema aumenta o disminuye si variamos sus tipos de interés sin riesgo, su prima de riesgo, su tamaño agregado, su apalancamiento, etc. Se trata de la parte más relacionada con el análisis de las decisiones de política financiera sobre la estabilidad financiera. Al final del capítulo VII introducimos resumen general de modelo y realizamos un análisis empírico para confrontar su aplicabilidad sobre una muestra de sistemas financieros internacionales, cuyos resultados son bastante satisfactorios y validan el camino emprendido mediante el diseño de este modelo. El contraste lo realizamos sobre datos agregados de distintos sistemas financieros considerando los efectos conocidos de la crisis financiera internacional aun vigente.

A continuación, en el Capítulo VIII, conectamos el modelo de análisis de la estabilidad financiera (macro) con las decisiones organizativas que se producen en el seno de la empresa bancaria (en materia de retribución de los directivos bancarios). Haber desarrollado un concepto de estabilidad financiera con cinco variables independientes nos permite analizar los efectos sobre ella de las políticas retributivas, que también son expresadas en función de esas mismas cinco variables independientes. Dado que conocemos los efectos sobre la estabilidad financiera de las variaciones de esas cinco variables independientes, podemos conocer si una determinada política retributiva es favorable o es contraria al mantenimiento de la estabilidad financiera.

Para realizar este análisis de las retribuciones partimos de aquellos incentivos que en la práctica bancaria española resultaban más habituales. Sobre algunos de estos existe abundante literatura; así sucede con las retribuciones vinculadas al valor de la acción y a las stocks options. Sobre otros incentivos no hemos encontrado referencias en la literatura, por el lo que este trabajo resulta, en este aspecto, novedoso. Partimos de la hipótesis de que los directivos bancarios

siempre buscan maximizar el valor actual de su retribución. Al final del Capítulo VIII realizamos un análisis empírico sobre el sistema financiero español para analizar la influencia de las políticas retributivas sobre la estabilidad financiera. El reciente trabajo de Oliver Wyman sobre el sistema financiero español nos permite evaluar, sobre datos públicos que gozan de elevada homogeneidad, si ciertas formas de retribución pueden tener efectos sobre la estabilidad financiera.

En la última parte de este trabajo (Capítulo IX), planteamos otras aplicaciones del modelo de estabilidad financiera que hemos desarrollado. Partiendo de un sistema vertical, utilizamos el modelo para proponer un adecuado (i) reparto de papeles entre la supervisión macro-prudencial y supervisión micro-prudencial. También para analizar (ii) la aceleración financiera que se genera en un sistema financiado. Por último, revisamos los efectos sobre la estabilidad financiera de: (iii) la existencia de mercados interbancarios; y (iv) del tamaño de las unidades de un sistema;

En resumen, que trata de una tesis que analiza los efectos de las decisiones organizativas de las empresas bancarias sobre los aspectos macroeconómicos. Como decisiones organizativas tomamos las decisiones sobre retribución variable de los directivos bancarios. Como aspecto macroeconómico nos centramos en la estabilidad financiera. Dado que no existe una definición, ni una metodología generalmente aceptada para gestionar la estabilidad financiera en primer lugar buscamos una solución a estos dos problemas básicos de la estabilidad financiera: su definición y su modelización. Para ello, partimos del nivel de la empresa, analizamos los tipos de relaciones entre empresas y llegamos a los sistemas compuestos por varias empresas. Llegados al nivel sistema consideramos los efectos de la inestabilidad del sistema financiero sobre el resto de la economía (inestabilidad transmitida).

Dado que partimos desde la empresa, las variables utilizadas para esta modelización de la estabilidad financiera son comunes con la modelización de las decisiones empresariales (retribución directiva). Esto permite analizar los efectos macroeconómicos de las decisiones organizativas empresariales.

Se trata de una tesis más centrada en la investigación básica, que en la investigación aplicada, si bien los principales pasos se soportan en análisis empíricos, que respaldan con sus conclusiones buena parte del camino emprendido.

Además de su motivo principal (conexión de las decisiones organizativas con las consecuencias macroeconómicas de estas), este trabajo utiliza el modelo de estabilidad financiera construido para buscar respuestas para las preguntas generales, recurrentes tras la crisis desencadenada hace ya cinco años; por ejemplo, ¿cómo afecta la modificación del tipo de interés sin riesgo o de las primas

de riesgo a la estabilidad financiera?, ¿perjudica el tamaño de un sistema a la estabilidad financiera?, ¿cuál es el papel de la supervisión macro-prudencial, frente a la micro-prudencial?, ¿genera la existencia de unidades demasiado grandes más inestabilidad financiera?.

I.4.- PRINCIPALES APORTACIONES

Consecuencia de la aplicación de esta metodología a los objetivos de esta tesis, se derivan una serie de aportaciones que se resumen en los siguientes puntos:

- Utilización de un modelo que parte de la empresa y termina llegando al nivel macroeconómico más agregado, que permite el análisis de las decisiones empresariales sobre la estabilidad financiera.
- Propuesta de una definición de estabilidad financiera y un modelo cuantitativo para valorar la estabilidad financiera de un sistema, cuestión no resuelta hasta ahora por la literatura y paso previo para el verdadero desarrollo de una ciencia de la estabilidad financiera.
- Tal definición y modelización cumplen muchos de los requisitos demandados por la literatura, como mercados incompletos, heterogeneidad de las unidades o consideración de la probabilidad de default.
- La definición aporta la novedad de introducir el concepto de concentración. También aporta el centrar la atención sobre la transmisión de la inestabilidad y sobre su medición en términos potenciales.
- Análisis de los efectos de la estructura de retribución para la estabilidad financiera. La literatura hasta ahora se centraba en los efectos para el riesgo asumido por la entidad y, en menor medida, sobre su apalancamiento, pero no en las consecuencias finales sobre la estabilidad financiera.
- Nos ocupamos de otros tipos de incentivos (distintos los ligados al valor de la acción o que incluyen stocks options), frecuentes en la práctica de las retribuciones variables en banca, pero sobre los que no hemos hallado literatura que los analice, como son relacionados con volúmenes, precios y márgenes. Analizamos sus efectos para la estabilidad financiera.
- Se concluye que ninguna retribución variable es compatible con el logro de la estabilidad financiera.
- Se realizan análisis empíricos que validan la orientación del camino emprendido mediante el análisis teórico. Mediante dos análisis empíricos obtenemos respaldo para la definición de estabilidad financiera y para el modelo teórico desarrollado. Especialmente, demuestran la importancia de la pérdida a soportar por los acreedores y de la concentración de estas pérdidas en la estabilidad financiera. A través de un tercer análisis empírico se demuestra la influencia de los sistemas de retribución en la estabilidad financiera.

- Se propone una filosofía para el encaje de la supervisión micro y macro prudencial considerando las limitaciones de cada una: La supervisión macroprudencial sólo puede ser prescriptiva y la microprudencial descriptiva. Se puede producir la “falacia de la división”, pero no la “falacia de la composición”.
- Se aplica el modelo para analizar otros problemas relevantes, como son el efecto de los mercados interbancarios en la estabilidad financiera y el efecto del tamaño de las entidades en la estabilidad financiera. También analizamos la aceleración financiera que producen los sistemas compuestos por varias entidades heterogéneas.

Dados los objetivos, la metodología y las principales aportaciones realizadas por este trabajo las líneas investigación a emprender en el futuro como continuación del mismo se centrarán en analizar la conexión de otras decisiones organizativas con la estabilidad financiera (distintas de los sistemas retributivos), en especial las relacionadas con el control interno del riesgo. Para ello será recomendable introducir modificaciones en el modelo presentado de forma que contemple un entorno no perfecto, donde no se realice una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros y donde existan asimetrías informativas entre los distintos stakeholders. Muy probablemente resultará conveniente para emprender este trabajo introducir en el modelo requisitos regulatorios, especialmente los relacionados con los recursos propios y las provisiones por insolvencias. Por otro lado, el modelo se refiere sólo a las crisis de solvencia, pero no contempla las crisis de liquidez por lo que sería recomendable intentar adaptar el modelo para darles cabida.

También entendemos que resulta necesario trabajar en la mejora de definición y medición de la probabilidad de crisis ya que los análisis empíricos realizados no apoyan de manera tan firme como para las otras dos dimensiones, el modelo teórico propuesto para esta tercera dimensión de la estabilidad financiera.

Por último, creemos que resultará interesante la realización de nuevos análisis empíricos sobre las principales conclusiones de este trabajo. La búsqueda de estas evidencias empíricas sobre las conclusiones teóricas alcanzadas en la conexión entre estabilidad financiera y mercados interbancarios, por un lado, y entre estabilidad financiera y tamaño de las entidades, por otro lado, será otra de las líneas a emprender en el futuro.

CAPITULO II:
EL CONCEPTO DE ESTABILIDAD FINANCIERA.

CAPITULO II: EL CONCEPTO DE ESTABILIDAD FINANCIERA.

En este apartado, vamos acotar un concepto de estabilidad financiera, testado empíricamente, y que resulte suficientemente operativo como para cuantificar la estabilidad financiera.

Para ello, en primer lugar, analizamos las principales aportaciones teóricas para una definición de la estabilidad financiera. A continuación, reflexionaremos sobre la realidad de la crisis financiera aun vigente, desencadenada a mediados de 2007, a fin de construir un concepto de estabilidad financiera. En la tercera parte del capítulo, intentaremos verificar empíricamente nuestras ideas sobre la crisis mediante el análisis estadístico.

II.1.- LA BÚSQUEDA DE UNA DEFINICIÓN DE ESTABILIDAD FINANCIERA.

No existe una definición generalmente aceptada de estabilidad financiera. Ni siquiera existe una forma unívoca de referirse a ella, utilizándose de manera equivalente los términos fragilidad, estabilidad (e inestabilidad), o riesgo sistémico. No es una casualidad que los informes sobre estabilidad financiera de los bancos centrales no incluyan una definición operativa de la estabilidad financiera, como indica Čihák, M. (2007).

No obstante, en la literatura se pueden encontrar numerosos intentos para aportar una definición de estabilidad financiera. El asunto no es sólo teórico. Sólo si conseguimos alcanzar una definición operativa de estabilidad financiera esta resultará medible y lograremos avanzar en la gestión de la estabilidad financiera mediante la fijación de políticas públicas y la toma de decisiones.

Buscando paralelismos con la política monetaria, la gestión de la estabilidad monetaria es posible, porque existe una definición operativa de la misma, que permite su medición. Esto contrasta con lo que sucede con la estabilidad financiera, la otra función tradicionalmente atribuida a los bancos centrales.

Respecto al origen del término, Allen y Wood (2006) atribuyen a Bank of England la primera utilización del término estabilidad financiera, en 1994. No obstante, aun sin utilizar este término, la implicación en el logro de la estabilidad financiera puede encontrarse ya a finales del siglo XIX en documentos de Bank of England, Banque de France y Banca d'Italia. Es más, la fundación de la Federal Reserve tiene su origen en la preservación de la estabilidad financiera del sistema bancario americano⁴³.

⁴³ Sobre este tema puede consultarse Roger T. Johnson (1999), "Historical Beginnings... The Federal Reserve", Federal Reserve Bank of Boston, 1999

Como indicamos, la literatura ha intentado, sin éxito, definir la estabilidad financiera. Citamos, a continuación, las definiciones generadas que consideramos más relevantes. Algunos autores se refieren al concepto de estabilidad financiera (o inestabilidad), pero, en otros casos, buscando los mismos fines, la doctrina trata de definir el concepto de crisis financiera o el concepto de riesgo sistémico.

Las principales aportaciones halladas podemos clasificarlas en las siguientes líneas:

1.- Definiciones relacionadas con las burbujas. Algunas definiciones sugieren que la estabilidad financiera está relacionada con las burbujas en mercados financieros, o de forma más general, con la volatilidad en los proxies de los mercados financieros. Pueden verse los trabajos de Issing (2003) y Foot (2003).

En relación con esta línea, Allen (2005) identifica la inestabilidad financiera con burbujas en los precios de los activos debidas a expansiones en el dinero y el crédito no acompañadas de cambios en los fundamentales, sino basadas en el dinero fácil.

En un sentido similar, Issing (2003) indica que la estabilidad financiera está relacionada con las burbujas en los mercados, o de manera más general, en la volatilidad en los mercados. Issing considera adecuada la definición de Mishkin (un poco más adelante nos referiremos a ella), que indica que existe inestabilidad financiera cuando el sistema es incapaz de cumplir adecuadamente su función de asignar eficientemente el ahorro a los proyectos de inversión. Cuanto más cerca esté una economía del punto de ruptura en el que no asigne eficientemente recursos a los proyectos productivos, mayor será su fragilidad financiera.

2.- Definiciones relacionadas con los medios de pago. Sugiere que las crisis financieras son aceleradas por el miedo de los agentes a que los medios de pago no puedan ser conseguidos a ningún precio, en el sistema de reserva fraccionaria del sistema bancario que genera dinero de alta potencia, lo que genera una contracción en el crédito y la venta de activos. Puede verse en este sentido Schwartz (1987). También Allen y Wood (2006) ofrecen una definición semejante.

3.- Definiciones relacionadas con la canalización de fondos. Schinasi (2004) propone una definición de estabilidad financiera con tres elementos. Primero, sistema financiero eficiente, que realice la asignación intertemporal, desde los ahorradores, hacia los inversores. Segundo, los riesgos financieros son bien valorados y fijado su precio, y son bien gestionados. Tercero, el sistema financiero es capaz de absorber los riesgos y sorpresas financieras y de la economía real.

Mishkin (1999), indica que la inestabilidad financiera se produce cuando un shock en el sistema financiero interfiere los flujos de información de manera que el sistema financiero deja de cumplir su papel de canalizar fondos hacia las oportunidades de inversión productivas.

4.- Definiciones relacionadas con el default. Tsomocos (2003a, b) indica que la fragilidad financiera existe si un número sustancial de familias y bancos comerciales entran en default en el cumplimiento de algunas de sus obligaciones, sin que sea necesario que entren en bancarrota, requiriendo dos condiciones: el incremento del default y la reducción de la rentabilidad agregada.

Por su parte, Aspachs (2006) indica que el elemento clave para medir la fragilidad financiera es la probabilidad de default y no los default bancarios considerados ex post.

5.- Definiciones relacionadas con la confianza. Crockett (1997), basa su definición en la confianza en que las instituciones van a cumplir sus compromisos y en que los precios en los mercados reflejan los fundamentales.

Bordo (1998) analiza el concepto de crisis financiera. Distingue dos tipos de crisis financiera. La primera entendida como pánico bancario causado por la pérdida de confianza del público en que los bancos puedan devolver los depósitos. Esta se caracteriza el contagio, es decir, porque las corridas bancarias afectan a bancos solventes. La segunda se refiere a la crisis financiera entendida como pérdidas inesperadas que sufren los mercados financieros o las empresas. Esta se caracteriza por quiebras bancarias sin contagio, caídas en los mercados, quiebras en el sector financiero no bancario, o crisis de divisas.

6.- Definiciones relacionadas con el juego macro-micro. Bardsen et al. (2006) distingue dos aproximaciones a la estabilidad financiera: (i) un enfoque financiero, orientado hacia el análisis del sistema financiero y las vías de contagio, que se centra en instituciones, mercados y sistema de pagos, basado en la evolución de los riesgos de crédito, mercado y liquidez; y (ii) un enfoque macroeconómico, que concentra su atención en los aspectos macroeconómicos, es decir, en los riesgos que se originan fuera del sistema financiero.

Algunos autores indican, de forma prescriptiva, los requisitos que debe cumplir la definición de estabilidad financiera. Así, Allen y Wood (2006) indica que debe referirse a la riqueza, ser observable, ser controlable, referirse al más amplio rango de sujetos susceptibles de generar inestabilidad (no sólo financieros), atribuirse su gestión a un organismo público y no ser tan rigurosa que estigmatice cualquier pequeño indicio de inestabilidad.

Sobre la definición de riesgo sistémico, podemos traer a colación la definición⁴⁴ del G-10: “el riesgo financiero sistémico es el riesgo de que un suceso genere una pérdida en el valor económico de los activos o en la confianza (y un consiguiente incremento de la incertidumbre) en una parte sustancial del sistema financiero que es suficientemente seria como para, con bastante probabilidad, tener un efecto adverso significativo sobre la economía real. Los sucesos sistémicos pueden ser inesperados o progresivos en el tiempo, por ausencia de una adecuada política de respuesta. Los efectos reales adversos de los problemas sistémicos se manifiestan generalmente como una interrupción en el sistema de pagos, en el flujo del crédito o en la destrucción de valor de los activos”.

Como indica Čihák (2006), entendemos que unos de los problemas que paralizan el desarrollo de la ciencia de la estabilidad financiera radica en la ausencia de una definición operativa de estabilidad financiera, a diferencia de lo que ocurre en la política monetaria.

Por ello, en este trabajo intentamos definir la estabilidad financiera de forma operativa, a fin de que aquella pueda ser cuantificada y sobre la base de su medición pueda ser gestionada.

II. 2.- UN CONCEPTO DE ESTABILIDAD FINANCIERA.

A continuación proponemos un concepto de estabilidad financiera basado en tres dimensiones:

- la pérdida absoluta,
- la concentración, y
- la probabilidad de ocurrencia.

Para su elaboración partimos de las siguientes reflexiones generadas por las experiencias vividas en la vigente crisis financiera. Al final del capítulo contrastaremos la definición propuesta con la realidad mediante el análisis empírico sobre datos recogidos de diversas crisis.

Desde nuestro punto de vista, sólo genera inestabilidad financiera la ocurrencia de una pérdida importante por su volumen absoluto en un sistema dado o una pérdida que alcanzando un volumen más modesto se concentre en un número limitado de unidades, de modo que se éstas se vean muy afectadas por las pérdidas. Por ello, los dos elementos esenciales de la definición de estabilidad financiera serían la pérdida absoluta y la concentración (o pérdida relativa). No hay crisis financiera, ni inestabilidad, sin pérdida potencial.

⁴⁴ Group of Ten (2001) “Report on Consolidation in the Financial Sector”. International Monetary Fund, January 2001

Junto con estos dos elementos fundamentales, existiría otro elemento que, sin ser esencial, condiciona la estabilidad financiera: la probabilidad de pérdida.

II.2. 1.- LA PÉRDIDA ABSOLUTA Y LA CONCENTRACIÓN.

El elemento más intuitivo de los tres que componen el concepto de estabilidad financiera es la pérdida absoluta. Parece claro que cuanto mayor sea la pérdida total que pueda sufrir potencialmente un sistema dado, mayor será la inestabilidad de ese sistema. Si la pérdida máxima que puede sufrir un sistema no es relevante, no existirá inestabilidad financiera. La pérdida absoluta potencial es el presupuesto imprescindible para que exista inestabilidad financiera.

Respecto de la concentración, pensamos que si sucede una pérdida menos importante por su volumen total, pero que quede concentrada en un número reducido de las unidades que integran un sistema financiero, también se generará inestabilidad financiera. Si una pérdida dada está repartida de forma proporcional a su fortaleza financiera entre todas las unidades del sistema, la estabilidad del mismo será mayor que si esa pérdida se concentra en un número limitado de unidades del mismo.

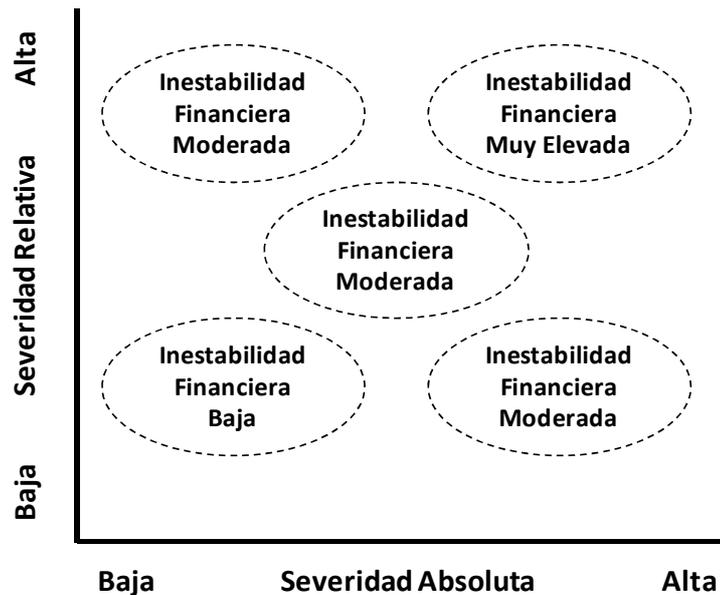
Una pérdida absoluta “muy elevada” probablemente siempre generará inestabilidad en el sistema, aunque esté diversificada. Una pérdida absoluta “sólo” elevada que esté bien diversificada entre la mayor parte de las unidades de un sistema seguramente será causa de recesión en ese sistema, pero no de inestabilidad. Una pérdida del mismo volumen que la anterior (“elevada”) concentrada en un pequeño grupo de unidades del sistema puede generar inestabilidad financiera.

No obstante, los casos de pérdida absoluta “baja”, también deben preocuparnos si coinciden con una concentración (pérdida relativa) muy elevada en una parte del sistema, ya que puede generar situaciones de pánico y, en general, reacciones exageradas en los actores del sistema que pueden llegar a contagiarse a otras partes del mismo.

Si la severidad absoluta es “muy baja”, por mucho que esté muy concentrada en ciertas unidades, lo más probable es que no se genere inestabilidad financiera.

Por ello, para que exista inestabilidad financiera, debe existir una pérdida de un volumen mínimo o una pérdida con una concentración mínima. La concentración puede convertir en inasumible una pérdida asumible. El siguiente gráfico refleja las ideas expuestas.

Gráfico II.1



Nos sirven estas ideas para reflexionar sobre el concepto de sistémico en relación a la definición de estabilidad financiera. Como hemos visto, se trata de un concepto que aparece mezclado, en muchas ocasiones, sin mucha nitidez con el concepto de estabilidad financiera. Desde nuestro punto de vista, la “sistemicidad” tendrá lugar en función del volumen absoluto o relativo (concentración) de las pérdidas sufridas por las unidades del sistema. Un evento, una pérdida, una entidad o un conjunto de entidades devendrán sistémicas en función su capacidad de influir sobre las pérdidas absolutas o en la concentración de las pérdidas del sistema.

II.2. 2.- LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.

La tercera dimensión del concepto de estabilidad financiera que proponemos es la probabilidad de ocurrencia de una crisis sistémica.

Lo relevante para desencadenar una crisis financiera es el volumen absoluto o relativo (concentración) de la pérdida. La probabilidad de ocurrencia de una pérdida califica, pero no determina la existencia de inestabilidad financiera. Así, un sistema con pequeñas y frecuentes deceleraciones preocupará a los estudiosos de los ciclos macroeconómicos, pero no al estudio de las crisis financieras. Un sistema que funcione con un esquema de “poco frecuentes, pero muy profundas” crisis financieras debe preocupar a los estudiosos de la estabilidad financiera. Lo que resulta indudable, desde el punto de vista de la gestión de la estabilidad financiera es que, a priori, debe buscarse reducir la probabilidad de que los eventos sistémicos se produzcan. Por ello, consideramos a la estabilidad financiera como un “estado” que se mantiene en el tiempo, por lo que la probabilidad de ocurrencia (inversa del tiempo) forma parte de su definición.

Buscando paralelismos con otros ámbitos, lo que preocupa de los accidentes aéreos no es la probabilidad matemática de fallecer en un siniestro de aviación (que es más baja que la probabilidad de fallecer por accidente en el taxi que te lleva al aeropuerto), sino la severidad de estos sucesos. Al igual que en el caso de la estabilidad financiera, sabemos que los siniestros nunca van a dejar de suceder. La seguridad aérea trata tanto de reducir su probabilidad de ocurrencia, como de minimizar sus consecuencias caso de ocurrencia.

De ahí que consideremos pérdidas y probabilidad como dimensiones separadas, pero ambas integrantes de la estabilidad financiera.

No olvidamos que autores de enorme prestigio, como Goodhart⁴⁵, ponen el acento en la probabilidad de ocurrencia para gestión de la estabilidad financiera.

Puede parecer que, al definir el concepto de crisis basándonos en las pérdidas, nos estamos refiriendo exclusivamente a las crisis de solvencia y olvidamos las crisis de liquidez. El concepto de pérdida que aquí utilizamos engloba ambas. En el caso de crisis de solvencia, la pérdida se caracteriza por que el paso del tiempo no hace que el valor se recupere. En el caso de la crisis de liquidez, el valor del activo recupera, al menos, parte de su valor, cuando las condiciones de iliquidez de los mercados desaparecen. Por ello, el concepto de pérdida, tanto absoluta, como relativa que utilizamos en este trabajo se refiere tanto a las pérdidas en el valor de los activos (crisis de divisa, crisis de liquidez,...) recuperables en el tiempo, como a las pérdidas en el valor de los activos irrecuperables temporalmente (crisis de solvencia). Sobre la conexión entre solvencia y liquidez, en la crisis actual, y sobre su frecuente imposibilidad de distinguirlas, puede verse Goodhart (2008).

II.2. 3.- ESTABILIDAD RECIBIDA VS ESTABILIDAD TRANSMITIDA.

Junto con estas tres dimensiones de la estabilidad financiera importa centrar el enfoque de su definición hacia la inestabilidad transmitida, frente a la inestabilidad recibida. Desde el punto de vista de la estabilidad financiera, no tendría que preocuparnos que un sistema sufra impactos elevadísimos si es capaz de absorberlos con su capital. Debe de preocuparnos la capacidad de transmitir inestabilidad que tiene ese sistema hacia su entorno y ésta es una función tanto de los impactos que recibe, como de su capacidad para absorberlos.

⁴⁵ Goodhart, C. A. E. y Tsomocos, D. P. (2007) indican que la estabilidad financiera es generada por la probabilidad de default (PD) y de quiebra; que la probabilidad de default suele quedar al margen en los análisis macroeconómicos y monetaristas; y que resulta imposible abordar la estabilidad financiera sin considerar la probabilidad de default y de quiebra y la heterogeneidad de los agentes (los bancos y sus clientes).

Gran parte de los estudios y de la regulación ponen el acento en las pérdidas recibidas, lo que puede ser adecuado como medio de gestión, pero no debe hacernos olvidar que lo importante es cómo un sistema transmite la inestabilidad financiera que recibe hacia el entorno. El modelo matemático que más tarde introducimos se centra en la inestabilidad transmitida hacia los acreedores (bonistas) del sistema, más que en la inestabilidad recibida por un sistema.

Puede sorprender que distingamos entre estabilidad recibida y estabilidad transmitida. Cualquier unidad financiada que recibe una pérdida en su activo transmite el mismo importe recibido a su pasivo (activo y pasivo siempre cuadran). Sin embargo, la estructura de los recursos ajenos condiciona la forma en que esa pérdida se distribuye entre accionistas y obligacionistas. Desde nuestro punto de vista, la estabilidad financiera debe centrarse en los acreedores, quienes ajenos a las decisiones de gestión soportan las consecuencias de los administradores. La estabilidad financiera no debe centrarse en proteger a los accionistas de sus propias decisiones porque, de otra manera, se incurriría en una suerte de riesgo moral que retroalimentaría la inestabilidad financiera futura. Los accionistas que toman las decisiones, deben considerar en su gestión no sólo la situación particular de su empresa, sino la posible evolución del entorno en el que se mueve, como la forma más efectiva de proteger la estabilidad financiera en el futuro. Un modelo de estabilidad financiera que busque proteger al accionista está sembrando la semilla del fomento de la inestabilidad financiera futura, mediante el incremento del riesgo moral. Por ello, creemos que la estabilidad financiera debe centrarse en la protección de los acreedores (bonistas) y su definición debe referirse a la transmisión de pérdidas a los acreedores del sistema que se considere. Es cierto que también los acreedores deben sufrir las consecuencias de sus propias decisiones, pero su nivel de responsabilidad debe resultar mucho más limitado en un sector como el bancario caracterizado por las enormes asimetrías informativas y por la gran capacidad de los gestores para modificar profundamente la composición del activo en cortos periodos de tiempo.

II.2. 4.- DEFINICIÓN DE ESTABILIDAD FINANCIERA.

Basándonos en lo anterior la estabilidad financiera podría concebirse como la capacidad de un sistema de unidades financiadas de mantener en el tiempo (probabilidad de ocurrencia) su habilidad para absorber impactos sin transmitir (inestabilidad transmitida) al conjunto de los acreedores del sistema elevadas pérdidas en sus inversiones (pérdidas absolutas), ni concentrar pérdidas materiales en un conjunto demasiado limitado de tales acreedores (pérdida relativas).

Así, tomando los elementos contenidos en la proposición anterior definimos la estabilidad financiera como sigue:

La estabilidad financiera es la propiedad de un sistema financiero de permanecer en el tiempo absorbiendo las pérdidas que recibe, sin transmitirlos en forma relevante a sus acreedores, ni concentrarlos en un grupo demasiado limitado de estos.

II.3.- VERIFICACIÓN EMPÍRICA DEL CONCEPTO.

En este apartado, tratamos de verificar empíricamente la importancia de la pérdida absoluta, de la concentración y de la probabilidad de crisis.

II.3.1.- PÉRDIDA ABSOLUTA Y PÉRDIDA RELATIVA (CONCENTRACIÓN).

Para ello, partimos de la base de datos sobre crisis bancarias facilitada por el FMI en el trabajo de Laeven (2008). En ella se incluyen datos correspondientes a 42 crisis bancarias ocurridas en distintos países entre 1980 y 1997. Utilizaremos una regresión lineal para realizar este análisis. No están disponibles todos los datos para todas las crisis con lo que el número de casos utilizados en esta validación empírica es menor (27 en total).

Los datos tomados para realizar la regresión son los siguientes:

- Pérdida absoluta. Como aproximación para calcular la importancia de la pérdida absoluta generada por la crisis tomamos, como variable independiente, el coste bruto de recapitalización bancaria como porcentaje del GDP⁴⁶.
- Pérdida relativa. Como aproximación para calcular la importancia de la concentración tomamos, como variable independiente, el cociente entre:
 - o Coste bruto de recapitalización bancaria para el erario público como porcentaje del GDP; representa el tamaño de la pérdida.
 - o Porcentaje de activos del sistema bancario que corresponde a instituciones que fueron cerradas en la crisis⁴⁷; representa la porción de las entidades que soportaron las pérdidas.
- Efecto de la crisis bancaria. Para valorar la importancia de la crisis sobre la economía real tomamos la caída del PIB en los tres años siguientes al considerado como año de la crisis⁴⁸. Se toma como variable dependiente.

⁴⁶ Esta cifra se toma de Leaven (2008). Este autor recolecta las recapitalizaciones realizadas mediante efectivo, bonos emitidos por el estado, deuda subordinada, acciones preferentes, compra de préstamos deteriorados, líneas de crédito, asunción por el estado de pasivos bancarios, acciones ordinarias o por otros medios, entre el periodo t y el $t+5$, siendo t el año de comienzo de la crisis.

⁴⁷ Esta cifra se toma de Leaven (2008). Este autor ofrece el dato del porcentaje de activos de los bancos cerrados entre t y $t+3$, siendo t el año de comienzo de la crisis.

Es decir, se analiza en qué medida el efecto total de la crisis en la economía (caída del PIB) depende (i) de la concentración de pérdida (porcentaje de activos de las instituciones cerradas) y (ii) de la importancia de la pérdida total (coste fiscal de las ayudas gubernamentales).

Para realizar la regresión lineal, se han eliminado todas las crisis (filas) en las que faltaba algún dato en alguna de las columnas necesarias para los cálculos. En ocasiones, el porcentaje de activos de los bancos cerrados era cero, con lo que el coeficiente de pérdida relativa generaba no generaba un número natural. Para tales casos, hemos sustituido el valor de este coeficiente por el número 3,00 que es uno de los valores más altos que se generaban en las crisis de las que sí teníamos datos. La siguiente tabla muestra los datos utilizados para realizar la regresión.

TABLA II.1

País	Mes y año de la crisis	PÉRDIDA RELATIVA Concentración (recap gross/closed)	PÉRDIDA ABSOLUTA Recapitalization cost to government (gross) (as % of GDP)	CAÍDA DEL PIB Output loss during period t to t+3
Argentina	Dec-01	3,00	-0,10	-0,43
Argentina	Jan-95	0,45	0,00	-0,07
Bolivia	Nov-94	0,09	-0,01	0,00
Brazil	Dec-94	3,00	-0,05	0,00
Bulgaria	Jan-96	0,10	-0,02	-0,01
Colombia	Jul-82	3,00	-0,02	-0,15
Colombia 98	Jun-98	0,43	-0,04	-0,34
Croatia	Mar-98	0,45	-0,03	0,00
Chile	Nov-81	1,72	-0,34	-0,92
Ecuador	Aug-98	0,04	-0,02	-0,06
Finland	Sep-91	3,00	-0,09	-0,59
Ghana	Jun-05	3,00	-0,06	-0,16
Indonesia	Nov-97	2,76	-0,37	-0,68
Jamaica	Dec-96	3,35	-0,14	-0,30
Japan	Nov-97	3,00	-0,07	-0,18
Korea	Aug-97	2,15	-0,19	-0,50
Malaysia	Apr-95	3,00	-0,16	-0,50
Mexico	Dec-95	3,00	-0,04	-0,04
Norway	Oct-91	2,61	-0,03	0,00

⁴⁸ Esta cifra se toma de Leaven (2008). En ese trabajo Leaven extrapola la tendencia del GDP real basándose en la tendencia del crecimiento del GDP hasta el año precedente a la crisis. A partir de ahí, este autor toma la suma de las diferencias entre el GDP real y la tendencia del GDP real entre t y t+3, siendo t el año de comienzo de la crisis. Se exige un mínimo de observaciones correspondientes a 3 años para calcular la tendencia del GDP real.

Paraguay	May-95	0,05	-0,01	0,00
Philippines	Jul-97	0,20	0,00	0,00
Sri Lanka	Jun-05	3,00	-0,04	-0,02
Sweden	Sep-91	3,00	-0,02	-0,31
Thailand	Jul-97	9,40	-0,19	-0,98
Turkey	Nov-00	3,06	-0,25	-0,05
Uruguay	Jan-02	0,33	-0,06	-0,29
Venezuela	Jan-94	0,24	-0,06	-0,10

Los resultados de la regresión múltiple se resumen en el siguiente cuadro.

Per Abs	Per Rel	b	R2	sev	SS reg
1,7612	-0,0469	0,0091	0,6385	0,1792	1,3611
se2	se1	seb	F	df	SS resid
0,3768	0,0194	0,0545	21,1933	24,0000	0,7707

La ecuación quedaría como sigue⁴⁹:

$$PIB = 1,7612 \text{ PÉRDIDA ABSOLUTA} - 0,0469 \text{ PÉRDIDA RELATIVA} + 0,0091$$

Se aprecia un R^2 que ronda el 64% lo que puede dar evidencia de la importancia de la pérdida absoluta y, en menor medida, de la concentración como elemento integrante del concepto de estabilidad financiera.

El contraste de hipótesis mediante el Test-t, para un nivel de significación del 5%, dado unos valores de T es de 4,67 para la pérdida relativa y 2,42 para la pérdida absoluta, y dado que el valor crítico de T es de 2,14, nos permite concluir que el coeficiente de la pendiente es útil para calcular la variable independiente.

El contraste de hipótesis mediante el estadístico F se sitúa en 21,19. El valor crítico de F es de 0,95. Esto nos permite concluir que los resultados no se produjeron por azar y que la ecuación tiene valor explicativo de la variable dependiente. La probabilidad de que se obtenga tal valor de F al azar es del 0,0005%.

Podemos concluir que se aprecia relación estadísticamente significativa entre la pérdida absoluta y la concentración, por un lado, y los efectos sufridos por la economía real, por otro lado.

Somos conscientes de las limitaciones que este análisis conlleva. La primera limitación se refiere a que, como indican muchos autores (véase Reinhart y Rogoff, 2009), la calidad de la información referente a crisis bancarias deja mucho que desear, en primer lugar por el interés de muchos gobiernos en ser poco transparentes en caso de crisis, ocultando los problemas cuando estos surgen. En

⁴⁹ Recuérdese que los datos de la muestra correspondientes a las variables pérdida absoluta y caída del PIB se han introducido con signo negativo.

segundo lugar, porque las variables elegidas son sólo relativamente representativas de los fenómenos que se quieren estudiar: pérdida absoluta y concentración.

No obstante, los resultados de este análisis nos parecen especialmente interesantes, por las varias razones.

La primera se refiere a que el nivel explicativo de la ecuación es alto, dada la calidad y heterogeneidad de los datos y su origen: el R^2 se acerca al 64%.

Además, el signo negativo del coeficiente de concentración, corrobora que la concentración de las pérdidas (pérdida relativa) juega un cierto papel en la evolución de las crisis bancarias y que cuanto mayor es la concentración de las pérdidas, mayores son las consecuencias negativas de las crisis bancarias sobre el PIB. Unas pérdidas más distribuidas son unas pérdidas susceptibles de ser absorbidas de una manera menos traumática, por un sistema financiero, que unas pérdidas más concentradas.

Estos 3 atributos definatorios de la estabilidad financiera están en línea con lo que propone una parte autorizada de la literatura. Así, Borio (2009b) indica que las medidas ex ante de la estabilidad financiera deben identificar la probabilidad y los costes del financial distress futuro.

II.3.2.- PROBABILIDAD DE CRISIS.

Para la verificación empírica de la influencia de la probabilidad de crisis intentamos relacionar la frecuencia de las crisis bancarias con la severidad de las mismas.

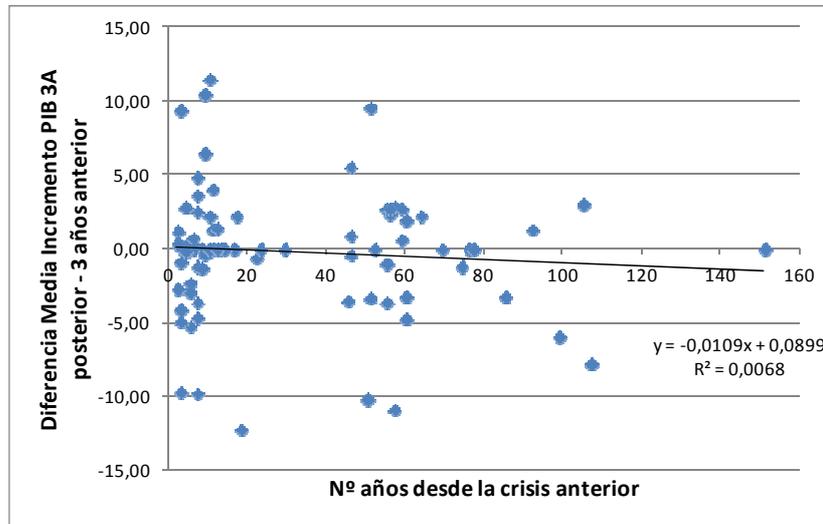
La frecuencia de las crisis la calculamos partiendo de la base de datos de Reinhart y Rogoff (2009) que identifica las principales crisis bancarias desde 1800 en la mayor parte de los países del mundo⁵⁰. Podemos considerar el inverso del tiempo transcurrido entre crisis y crisis como un estimador de la probabilidad de crisis.

Además, utilizamos la base de datos del Banco Mundial para calcular el efecto sobre el incremento del GDP. Para su estimación tomamos la diferencia entre, por un lado, el incremento medio del GDP el año en que Reinhart identifica que se ha producido en ese país una crisis bancaria y los dos años anteriores; y por otro lado el crecimiento del GDP medio de los 3 años posteriores.

El resultado se muestra en el siguiente gráfico y en el Anexo I se recoge la tabla en la que se basa su cálculo.

⁵⁰ Esta base de datos está disponible en internet en la página web de la autora.

Gráfico II.2



Puede apreciarse que no existe correlación entre ambas variables. La interpretación de esta circunstancia no resulta muy intuitiva. Si existiese una correlación positiva elevada entre ambas variables, significaría que las crisis bancarias se gestan durante años y, finalmente, se desencadenan, generando efectos más perniciosos sobre el conjunto de la economía cuanto más tiempo ha pasado desde la crisis anterior. Es decir, la existencia de tal correlación supondría que no tendría importancia cuando se desencadene la crisis, ya que sus efectos serían acumulativos. Ello supondría que la probabilidad de crisis no es un elemento determinante para la estabilidad financiera, en tanto que una mayor o menor probabilidad de crisis no condiciona la pérdida final acumulada a sufrir por la economía al final de un periodo suficiente de años.

Precisamente por esto, la falta de correlación entre las dos variables nos lleva, al menos, a no descartar que la probabilidad de crisis pueda ser una de las dimensiones de la estabilidad financiera.

Esta conclusión también puede servir como argumento para cuestionar las teorías que sostienen que las crisis bancarias son un resultado endémico del ciclo económico. Si, efectivamente, las crisis fuesen acumulándose de forma indefectible y progresiva a lo largo del tiempo se apreciaría algún tipo de correlación entre ambas variables. Sin ser este el objeto principal de este trabajo, los datos expuestos invitan a considerar que las crisis derivan de los errores de los individuos sobre la asignación eficientes de riesgos y beneficios financieros en momentos puntuales de la historia.

II.3.3.- CONCLUSIÓN.

El análisis empírico realizado permite, al menos, no descartar como variables explicativas de la estabilidad financiera a la pérdida absoluta, a la concentración de las pérdidas y a probabilidad de ocurrencia. Por ello, en los siguientes capítulos de este trabajo vamos a proponer un modelo de estabilidad financiera que integre estas tres variables. Para ello, es necesario previamente proponer una definición operativa de estabilidad financiera.

Basándonos en lo anterior la estabilidad financiera podría concebirse como la capacidad de un sistema de unidades financiadas de mantener en el tiempo (probabilidad de ocurrencia) su habilidad para absorber impactos sin transmitir (inestabilidad transmitida) al conjunto de los acreedores del sistema elevadas pérdidas en sus inversiones (pérdidas absolutas), ni concentrar pérdidas materiales en un conjunto demasiado limitado de tales acreedores (pérdida relativas).

Así, tomando los elementos contenidos en la proposición anterior definimos la estabilidad financiera como sigue:

La estabilidad financiera es la propiedad de un sistema financiero de permanecer en el tiempo absorbiendo las pérdidas que recibe, sin transmitirlas en forma relevante a sus acreedores, ni concentrarlas en un grupo demasiado limitado de estos.

CAPÍTULO III.

EL MODELO PARA VALORAR LA ESTABILIDAD FINANCIERA (I): LA UNIDAD AISLADA.

CAPÍTULO III. EL MODELO PARA VALORAR LA ESTABILIDAD FINANCIERA (I): LA UNIDAD AISLADA.

III.1.- INTRODUCCIÓN.

En esta parte del trabajo, explicamos un modelo que simula el comportamiento de un sistema financiero. Para ello, en este capítulo, definimos cómo se comporta una unidad financiada aisladamente. Posteriormente, en el capítulo IV, relacionamos la unidad con otras unidades de su sistema y con el entorno.

Para construir el modelo utilizaremos la teoría de opciones, pues nos permite simular unidades productivas y unidades financieras en un ambiente de riesgo. Utilizaremos las ideas propuestas por Merton (1974)⁵¹.

El “structural credit risk model” o “asset value model” valora el riesgo de crédito de un instrumento de deuda emitido por una empresa. Fue desarrollado por Merton (1974), basándose en los trabajos de Black y Scholes (1973) sobre valoración del precio de las opciones.

Los recursos propios se asimilan a una opción de compra europea sobre el activo de la empresa, con un precio de ejercicio igual al valor de reembolso de las deudas de la empresa. En el modelo, el default se produce al final del periodo considerado, momento en el que vencen las deudas de la empresa. El enfoque ha ido recibiendo aportaciones en trabajos posteriores, como sucede con Black y Cox (1976), quienes permiten que el default se produzca en cualquier momento y no sólo al final del periodo.

El modelo de Merton (1974) realiza las siguientes asunciones: los costes de transacción son inexistentes, los costes de quiebra y los impuestos tampoco existen, los activos son divisibles, la negociación es constante (continuous time trading), no existen restricciones a prestar o tomar prestado a un tipo de interés constante, tampoco hay restricciones a las ventas en corto de activos, los cambios en la estructura de capital no hacen variar el valor de la firma (Modigliani-Miller Theorem) y los activos de la firma siguen un proceso de difusión.

Los principales problemas del modelo de Merton (1974) radican en la consideración exclusiva de bonos cupón cero para representar los recursos ajenos captados por una empresa y la necesaria coincidencia del vencimiento del bono con la situación de quiebra, que no podría producirse con anterioridad a ese momento. También supone una limitación la consideración de tipos de interés constantes y planos.

⁵¹ Según Merton (1974), el spread de bonos sobre la tasa libre de riesgo puede ser explicado por la volatilidad del valor de los activos y el nivel de apalancamiento de la firma.

Conviene indicar que la utilidad empírica de estos modelos para predecir el valor de los bonos en el mercado resulta cuestionable. Eom, Helwege y Huang (2003) realizan un análisis empírico de cinco modelos (Merton, Geske, Leland y Toft, Longstaff y Schwartz, y Collin-Dufresne y Goldstein) llegando a la conclusión de que no realizan una buena valoración de los precios de los bonos en el mercado.

En este trabajo, aplicaremos la consideración de los recursos propios de una firma como una opción de compra. No obstante, utilizaremos el modelo binomial propuesto por Cox, Ross y Rubinstein (1979), por la simplicidad de su cálculo y por su carácter altamente intuitivo. Esto nos permitirá introducir con más facilidad los conceptos en los que queremos basar esta tesis. Existe abundante literatura sobre las potenciales aplicaciones de este método; un buen ejemplo puede encontrarse en Fernández (1997).

Por último, resulta interesante reseñar que la modelización de unidades financieras utilizando el modelo de Merton (1974) es frecuentemente utilizado para el cálculo de Distance-to-Default, que mide la distancia a la quiebra expresándolo como número de desviaciones típicas del valor de mercado de los activos de una firma respecto del punto de default de la misma, considerando tal punto como aquel en el que el valor del activo se iguala con el valor de repago de las deudas de la firma⁵². En este sentido, puede verse el trabajo Harada et al. (2010). Existen modelos más sofisticados que consideran, para el sector bancario, las ayudas públicas que, en muchas ocasiones, los soportan caso de problemas; así, en esta línea Chan-Lau y Sy (2006), desarrollan el concepto de Distance-to-Capital.

El método utilizado en este trabajo se enmarca en la literatura relativa al uso del Contingent Claim Analysis (CCA) para medir los riesgos macrosistémicos.

Las ventajas de CCA son su versatilidad y la captura de no linealidades. La versatilidad le permite entender tipos de crisis que no pueden ser analizados con otras técnicas: transmisión de riesgos entre sectores, introducción de los riesgos de crédito y mercado en los Macro Models, para su uso en modelos de política monetaria, para capturar los efectos del riesgo de crédito sobre los tipos de interés, sobre el sector financiero y sobre la marcha de la economía general. El CCA también puede ser utilizado para la generación de escenarios de simulaciones o de test de estrés. Respecto de la captura de las no linealidades, importa indicar que otros enfoques tienen problemas para representar cómo los riesgos se acumulan

⁵² La distancia al default puede formularse como el cociente entre, por un lado, la diferencia entre valor de los activos y precio de repago de la deuda como numerador, y por otro, la desviación estándar del precio del activo. Como existen firmas que pueden continuar funcionando sin quebrar (generalmente debido a las deudas a largo plazo) con un valor del activo por debajo del valor de sus deudas, algunos autores sustituyen el precio de repago de la deuda por un punto de default estimado.

hasta que estallan, pero que tales no linealidades se reflejan correctamente utilizando el CCA.

Los modelos CCA permiten utilizar diversas medidas de riesgo, calculadas partiendo del modelo de Merton: probabilidad de default, distance-to-distress, spread de deuda, pérdida esperada y sensibilidad de las opciones implícitas (put) ante cambios en los activos subyacentes.

Los trabajos del uso del CCA aplicados a riesgo macrosistémico arrancan de Lehar (2004) quien propone un nuevo método de medir y seguir el riesgo en el sistema bancario. Mide el riesgo de la cartera de bancos de un regulador. Usa datos de una muestra de bancos internacionales desde 1988 hasta 2002. Modeliza los pasivos individuales que el regulador tiene con cada banco como contratos contingentes sobre los activos bancarios.

Gapen et al. (2005) utiliza el CCA para desarrollar un marco a fin de medir y analizar el riesgo soberano, construyendo un balance del sector público a valor de mercado y obteniendo una serie de indicadores que pueden utilizarse como barómetro del riesgo soberano. Aplicado a 12 economías emergentes muestra que los indicadores son robustos y con elevada correlación con los spreads de mercado.

Gray, Merton y Bodie (2007a) aplica el CCA para proponer un sistema de control y gestión de los riesgos financieros de una economía que resulte aplicable por bancos centrales. Cada uno de los 4 sectores son modelizados como una gran firma, por lo que construye los balances ajustados al riesgo de 4 sectores clave (público, financiero, empresas no financieras y familias) que son modelizados siguiendo el CCA. Utiliza el CCA para el análisis de la interconexión entre los distintos sectores de la economía.

Gray, Merton y Bodie (2007b) propone el uso del CCA para medir analizar y gestionar el riesgo soberano. En este marco, los sectores de la economía son vistos como carteras interconectadas de activos, pasivos y garantías. Partiendo de la paridad call-put introduce dos tipos de garantías que influyen sobre el valor del pasivo del sector público: la garantía de la deuda emitida y las garantías sobre las entidades bancarias to-big-to-fail. Mide la sensibilidad del valor de mercado de esas carteras a shocks en los factores de riesgo subyacentes e ilustra cómo usar el CCA para cuantificar el riesgo soberano y los riesgos transferidos desde otros sectores al sector público.

Otras aplicaciones del CCA son el análisis de la sostenibilidad de la deuda pública (puede verse en Gray et al. (2008a)), o la inclusión indicadores de estabilidad financiera en la gestión de la política monetaria (puede verse en Gray et al.(2009)) .

La utilización del CCA en análisis del riesgo sistémico de sistemas bancarios concretos puede verse en Capera et al. (2011) para el caso del sistema bancario colombiano y en Gray et al. (2009) para el sistema bancario chileno.

El uso del CCA se enmarca dentro de las aportaciones tradicionales a la medición y la gestión del riesgo sistémico, junto con los test de estrés, el análisis de indicadores⁵³ (consiste en agregar varios indicadores cuantitativos para producir una medida de la importancia sistémica), los Early Warning Systems (nos referimos a ellos en otras partes de este trabajo) y Network Approaches (se centran en mapear las interconexiones entre instituciones financieras; requieren datos sobre los préstamos interbancarios y sobre los instrumentos de transferencia del riesgo de crédito). Puede verse una descripción de los mismos en European Central Bank (2010).

En los últimos meses han surgido prometedores modelos de riesgo sistémico como son: CoVaR⁵⁴, Systemic Expected Shortfall (SES)⁵⁵, Distress Insurance Premium (DIP)⁵⁶ y Systemic CCA⁵⁷.

III.2. – FUNCIONAMIENTO DE UNA UNIDAD AISLADA.

⁵³ Una detallada descripción de los principales indicadores utilizados puede encontrarse en Gadanecz y Jayaram (2010)

⁵⁴ Adrian y Brunnermeier (2009) proponen el Covar (Conditional Value at Risk) que incluye un proceso en dos fases. Primero, la institución CoVAR es calculada como el VAR del total sistema financiero condicionado a que la institución considerada esté en distress. Segundo, se calcula la diferencia entre la institución CoVAR y el VAR incondicional del sistema financiero. Esta diferencia (deltaCovar) captura la contribución marginal de la institución al riesgo sistémico dentro del sistema financiero. La diferencia representa el colchón de pérdidas máximas del total sistema dadas las máximas pérdidas de una institución individual.

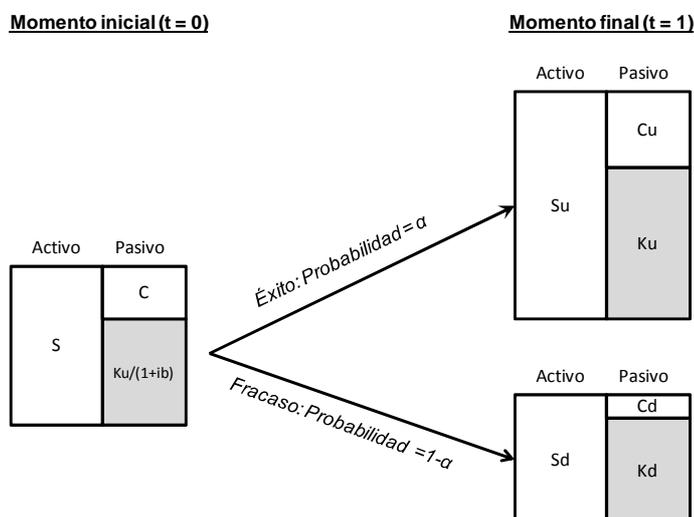
⁵⁵ Acharya et al. (2010) define el SES como la pérdida esperada de cada banco condicionada a que el conjunto del sistema vaya mal. Es muy parecido al DIP. Ambos difieren en que la condición extrema es definida mediante percentiles en el MES, mientras que en el SES se define como un umbral de pérdida de la cartera.

⁵⁶ Huang et al. (2011) proponen como medida del riesgo sistémico el DIP (default insurance premium) que es el precio de asegurarse contra el riesgo sistémico. Permite de distribuir ese riesgo entre las unidades que forman el sistema.

⁵⁷ Gray y Jobst (2011) utilizando el Contingent Claim Analysis (CCA) genera una estimación de los pasivos contingentes conjuntos del sistema financiero que requerirían soporte gubernamental por la combinación de los balances ajustados al riesgo individuales de las instituciones financieras y la dependencia entre ellas. Utilizan la suma simple de las put implícitas de las unidades de un sistema, lo que supone una correlación perfecta. Capera et al. (2011) utilizan el CCA para calcular el distance-to-default

La siguiente figura ilustra los aspectos más básicos del modelo de comportamiento de una unidad económica financiada.

Gráfico III.1



Donde, en el momento inicial, S es el valor del activo, C es el valor del capital y $K_u/(1+i_b)$ es el valor del pasivo (siendo i_b el tipo de interés aplicable a los recursos ajenos). Y donde, en el momento final, caso de producirse el escenario optimista, S_u es el valor del activo, C_u es el valor de su capital y K_u es el valor de reembolso de su pasivo. Por su parte, S_d , C_d y K_d se refieren respectivamente al escenario pesimista. La variable K_u es el montante que el emisor del pasivo se compromete a devolver, en el momento final (el precio de ejercicio de la opción). También suponemos que no existen impuestos, ni costes de quiebra, así como el resto de asunciones citadas anteriormente al introducir el modelo binomial.

El capital en el momento inicial, lo valoramos utilizando el modelo general de valor de una opción de compra americana en el modelo binomial se puede definir como:

$$C(S, S_u, S_d, K, i_{rf}) = \frac{[S (\text{Max}(0; S_u - K) - \text{Max}(0; S_d - K))]}{(S_u - S_d)} - \frac{[S_d (\text{Max}(0; S_u - K) - \text{Max}(0; S_d - K)) - ((\text{Max}(0; S_d - K) (S_u - S_d)))]}{(S_u - S_d) (1 + i_{rf})} \quad (1)$$

Donde, C es el capital de la firma y i_{rf} es la tasa sin riesgo.

III.3.- FUNCIONAMIENTO DE UNA UNIDAD AISLADA CONDICIONADA A LA REALIZACIÓN DE UNA GESTIÓN EFICIENTE DE RIESGOS Y BENEFICIOS FINANCIEROS.

Sin embargo, esta fórmula general no produce, en todos los casos (rangos de sus parámetros), unas condiciones realistas desde el punto de vista de la racionalidad financiera con que se comportan las empresas. Por ejemplo, ¿quién invertiría en un activo, un bono o una acción que renta menos que la tasa libre de riesgo? o ¿qué sentido tienen unas probabilidades negativas?. Para evitar estos y otros casos, alejados de la ortodoxia financiera es por lo que incorporamos una serie de restricciones a nuestro modelo.

Recuérdese que la función social que justifica la existencia de un sistema financiero implica la realización de una gestión eficiente de los beneficios y riesgos financieros, lo que constituye una condición, a su vez, para la canalización eficiente del ahorro hacia proyectos de inversión adecuados. Esta canalización de los recursos hacia los proyectos de inversión más adecuados es una de las condiciones esenciales que aparecen en algunas definiciones de estabilidad financiera. Cuando tal canalización no existe nos movemos en un entorno de inestabilidad financiera. En este sentido puede verse Issing (2003), Mishkin (1999) o Haldane et al (2004).

Para evitar estas incoherencias sometemos a la fórmula anterior a la condición de riesgo neutralidad. El resultado de aplicar esta restricción es que la fórmula anterior se simplifica notablemente, como un poco más adelante demostraremos, y puede ser expresada como sigue.

$$C(S, S_u, S_d, K, i_{rf}) = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right) \quad (2) \text{ Primera fórmula básica}$$

Así, la segunda expresión matemática básica de la que partimos es la condición de riesgo neutralidad de un instrumento financiero, aquella que indica que la tasa libre de riesgo es igual a la probabilidad de éxito por el rendimiento en caso de éxito, más la probabilidad de fracaso por el rendimiento (o pérdida) en caso de fracaso:

$$i_{rf} = (\alpha * i) + ((1 - \alpha) * (Sev)) \quad (3) \text{ Segunda fórmula básica}$$

Donde i_{rf} es la tasa libre de riesgo; i es el rendimiento, caso de éxito; Sev es la pérdida porcentual, en caso de fracaso; α es la probabilidad de éxito, y $(1-\alpha)$ es la probabilidad de fracaso.

Por ejemplo, aplicando la fórmula general (1) sin restricciones serían posibles casos como el siguiente $C(100,101,98,104,2\%) = 0$. En este caso, aplicando la fórmula (2) de riesgo neutralidad, la probabilidad de éxito del activo y del bono sería de un 133% y la del capital el 0%. Desde el punto de vista financiero, en la modelización de una empresa, resulta incoherente que existan probabilidades de éxito superiores al 100%.

También resulta incoherente que las probabilidades de éxito sean distintas entre el activo, el bono o la acción, como ahora veremos, ya que todas ellas dependen del mismo evento.

Vamos a someter a la fórmula (1) a la condición de que las probabilidades de éxito (y fracaso) oscilen entre 0 y 1. Para ello, partimos de la segunda fórmula básica.

$$i_{rf} = (\alpha * i) + ((1 - \alpha) * (Sev))$$

A partir de esta fórmula, despejamos la probabilidad de éxito.

$$\alpha = \frac{i_{rf} - Sev_s}{i_s - Sev_s} = \frac{i_{rf} - Sev_c}{i_c - Sev_c} = \frac{i_{rf} - Sev_b}{i_b - Sev_b}$$

Debe considerarse que las probabilidades de éxito son idénticas para el activo, para las acciones y los bonos de la misma unidad financiada. Estas probabilidades de éxito se originan en el activo de la unidad financiada y se trasladan, tanto a las acciones, como a los bonos que financian este activo. Cuando se produce el escenario de éxito (o de fracaso) se produce tanto para el activo, como para la acción, como para el bono, simultáneamente.

Por otro lado, no tendría sentido que las probabilidades de éxito sean menores de 0%, ni mayores del 100%.

Respecto de la primera condición ($\alpha \geq 0$) debe cumplirse lo siguiente.

$$0 \leq \frac{i_{rf} - Sev_s}{i_s - Sev_s} = \frac{i_{rf} - Sev_c}{i_c - Sev_c} = \frac{i_{rf} - Sev_b}{i_b - Sev_b}$$

Por lo que, debe cumplirse que $Sev \leq i_{rf}$. Dado que la severidad del bono es distinta de la que sufre el activo y ambas distintas de la que sufre la acción, deben cumplirse simultáneamente que:

$$Sev_s \leq i_{rf}; \quad Sev_c \leq i_{rf}; \quad Sev_b \leq i_{rf}$$

Respecto de la segunda condición ($\alpha \leq 1$) debe cumplirse lo siguiente.

$$1 \geq \frac{i_{rf} - Sev_s}{i_s - Sev_s} = \frac{i_{rf} - Sev_c}{i_c - Sev_c} = \frac{i_{rf} - Sev_b}{i_b - Sev_b}$$

Por lo que, debe cumplirse que: $i \geq i_{rf}$. De nuevo, dado que el rendimiento del bono es distinto del rendimiento del activo y ambos distintos del rendimiento de la acción, deben cumplirse simultáneamente que:

$$i_s \geq i_{rf}; \quad i_c \geq i_{rf}; \quad i_b \geq i_{rf}$$

Por tanto, para que la probabilidad de éxito y fracaso se sitúen entre 0 y 1, deben cumplirse las 6 condiciones siguientes simultáneamente:

$$\begin{aligned} Sev_s \leq i_{rf}; \quad Sev_c \leq i_{rf}; \quad Sev_b \leq i_{rf} \\ i_s \geq i_{rf}; \quad i_c \geq i_{rf}; \quad i_b \geq i_{rf} \end{aligned}$$

También nos va a resultar útil traducir estas condiciones en los términos de las variables independientes de la formula (2), que son (S; Su; Sd; K; i_{rf}):

1.- Primera condición: $Sev_s \leq i_{rf} \Rightarrow Sd \leq S(1 + i_{rf})$.

Como $\frac{Sd-S}{S} \leq i_{rf}$, podemos concluir que $Sd \leq S(1 + i_{rf})$.

2.- Segunda condición: $Sev_b \leq i_{rf} \Rightarrow Sd \leq K$

Como $\frac{Sd-(S-C)}{(S-C)} \leq i_{rf}$, entonces $Sd \leq (1 + i_{rf})(S - C)$. Como $Sd \leq (1 + i_{rf})(S - \frac{S_u-K}{S_u-S_d})(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})})$, entonces $Sd \leq \frac{K S (1+i_{rf}) - S_d S (1+i_{rf}) + S_d S_u - S_d K}{S_u - S_d}$, por lo que $Sd < K$

También puede deducirse como condición que $Sd \leq S(1 + i_{rf})$. Como $\frac{Sd-(S-C)}{(S-C)} \leq i_{rf}$, entonces $Sd \leq (1 + i_{rf})(S - C)$. Como $Sd \leq (1 + i_{rf})(S - \frac{S_u-K}{S_u-S_d})(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})})$, entonces $Sd \leq \frac{(1+i_{rf})(S K - S S_d) + S_d(S_u - K)}{S_u - S_d}$, por lo que $Sd \leq S(1 + i_{rf})$, inecuación ya considerada en el punto 1.

3.- Tercera condición: $Sev_c \leq i_{rf} \Rightarrow -1 \leq i_{rf}$

Como las acciones no pueden perder más que su capital, entonces $Sev_c = \text{Max}(-1; \frac{(Sd-K)}{C} - 1)$ y $Sd < K$, entonces $Sev_c = -1$, por lo que $-1 \leq i_{rf}$

$$4.- \text{Cuarta condición: } \boxed{i_s \geq i_{rf} \Rightarrow Su \geq S(1 + i_{rf})}$$

Como $\frac{Su-S}{S} \geq i_{rf}$; entonces $Su \geq S(1 + i_{rf}) \Rightarrow Su \geq S(1 + i_{rf})$

$$5.- \text{Quinta condición: } \boxed{i_b \geq i_{rf} \Rightarrow Sd \leq K}$$

Como $\frac{K}{(S-C)} - 1 \geq i_{rf}$, entonces $K \geq (1 + i_{rf})(S - C)$. Como $K \leq (1 + i_{rf})\left(S - \frac{Su-K}{Su-Sd}\right)\left(S - \frac{Sd}{(1+i_{rf})}\right)$, entonces

$$Sd \leq \frac{KS(1+i_{rf}) - SdS(1+i_{rf}) + SdSu - SdK}{Su - Sd}, \text{ por lo que } Sd < K$$

$$6.- \text{Sexta condición: } \boxed{i_c \geq i_{rf} \Rightarrow Su \geq S(1 + i_{rf})}$$

Como $\frac{(Su-K)}{C} - 1 \geq i_{rf}$; entonces $Su - K \geq (1 + i_{rf})\left(\frac{Su-K}{Su-Sd}\right)\left(S - \frac{Sd}{(1+i_{rf})}\right)$ y por tanto, $Su \geq S(1 + i_{rf})$

Además, debe considerarse que las variables independientes (S; Su; Sd; K) tienen que ser mayores o iguales que cero (no tendría sentido, por ejemplo, un activo con valor negativo).

Los resultados de esas condiciones en términos de las variables independientes de la fórmula (1), que son (S; Su; Sd; K; i_{rf}), pueden expresarse en las siguientes desigualdades:

$$\frac{Su}{(1 + i_{rf})} \geq S \geq \frac{Sd}{(1 + i_{rf})}$$

$$\infty \geq Su \geq \text{Max}(S(1 + i_{rf}), K)$$

$$\text{Min}(S(1 + i_{rf}), K) \geq Sd \geq 0$$

$$Su \geq K \geq Sd$$

$$\left(\frac{Su}{S} - 1\right) \geq i_{rf} \geq \left(\frac{Sd}{S} - 1\right)$$

$$\{S; Su; Sd; K\} \geq 0$$

A continuación, pasamos a aplicar las condiciones anteriores a la fórmula general de las opciones (1):

- Si $Su \geq K$, entonces $\text{Max}(0; Su - K) = Su - K$. (ZX)
- Si $K \geq Sd$, entonces $\text{Max}(0; Sd - K) = 0$. (ZY)

Sustituimos (zx) y (zy) en la fórmula general de una opción europea (1), llegamos a una versión simplificada de la ecuación anterior:

$$\text{Dado } C = \left[\frac{S \times (\max(0; S_u - K) - \max(0; S_d - K))}{(S_u - S_d)} \right] - \left[\frac{[S_d \times (\max(0; S_u - K) - \max(0; S_d - K))] - [(\max(0; S_d - K) \times (S_u - S_d))]}{(S_u - S_d) \times (1 + i_{rf})} \right] \quad (1),$$

sustituyendo las dos condiciones anteriores:

$$\begin{aligned} C &= \left[\frac{S \times (S_u - K) - 0}{(S_u - S_d)} \right] - \left[\frac{[S_d \times ((S_u - K) - 0)] - [0]}{(S_u - S_d) \times (1 + i_{rf})} \right] \\ &= \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(S - \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \right) \end{aligned}$$

III. 4.- OTRAS VARIABLES PARA DEFINIR EL COMPORTAMIENTO DE UNA UNIDAD AISLADA.

En el curso del trabajo, utilizaremos diversas magnitudes que resulta útil definir desde este momento, como son las rentabilidades y severidades de cada uno de los componentes del balance de una unidad financiada. También las probabilidades de éxito y fracaso. Todas estas magnitudes pueden ser expresadas en función de las variables hasta ahora definidas que ya conocemos (C, S, Su, Sd, K, i_{rf}). Así:

1.- Severidad del activo: $Sev_s = \frac{S_d}{S} - 1$

2.- Severidad de las acciones: $Sev_c = \text{Max}(0; \frac{S_d - K}{C} - 1)$

3.- Severidad de los bonos: $Sev_b = \frac{S_d}{S - C} - 1$

4.- Rentabilidad del activo: $i_s = \frac{S_u - S}{S}$

5.- Rentabilidad de las acciones: $i_c = \frac{S_u - K}{C} - 1 = \frac{S_u - S_d}{S - \frac{S_d}{(1 + i_{rf})}} - 1$

6.- Rentabilidad de los bonos: $i_b = \frac{K - (S - C)}{S - C} = \frac{K(S_u - S_d)}{\frac{S_d}{(1 + i_{rf})}(S_u - K) + S(K - S_d)} - 1$

7.- Probabilidad de éxito del activo: $\alpha_s = \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$

8.- Probabilidad de éxito del capital: $\alpha_c = \frac{C(1 + i_{rf})}{S_u - K} = \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$. Recuérdese que $\alpha_s = \alpha_c = \alpha_b$, si existe una asignación eficiente de riesgos y beneficios.

9.- Probabilidad de éxito del bono: $\alpha_b = \frac{(S - C)(1 + i_{rf}) - S_d}{K - S_d} = \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$

Recuérdese que $\alpha_s = \alpha_c = \alpha_b$, si existe una asignación eficiente de riesgos y beneficios.

10.- Valor actual del activo: $S = \frac{\alpha S_u}{(1 + i_{rf})} + \frac{(1 - \alpha) S_d}{(1 + i_{rf})}$

11.- Valor actual del bono: $B = \frac{\alpha K}{(1+i_{rf})} + \frac{(1-\alpha)Sd}{(1+i_{rf})} = S - \Delta(S - \frac{Sd}{(1+i_{rf})})$, donde Δ es la delta de la opción $(\frac{Su-K}{Su-Sd})$.

12.- Valor actual del capital: $C = \frac{\alpha(Su-K)}{(1+i_{rf})} = \Delta(S - \frac{Sd}{(1+i_{rf})})$, donde Δ es la delta de la opción $(\frac{Su-K}{Su-Sd})$.

Estas variables también pueden expresarse en función de la probabilidad de éxito y fracaso, aplicando la segunda fórmula básica: $i_{rf} = (\alpha_b * i) + ((1 - \alpha_b) * (Sev))$:

1.- Severidad del activo: $Sev_s = \frac{i_{rf} - (\alpha_s * i_s)}{1 - \alpha_s}$

2.- Severidad de las acciones: $Sev_c = \frac{i_{rf} - (\alpha_c * i_c)}{1 - \alpha_c}$

3.- Severidad de los bonos: $Sev_b = \frac{i_{rf} - (\alpha_b * i_b)}{1 - \alpha_b}$

4.- Rentabilidad del activo: $i_s = \frac{i_{rf} - (1 - \alpha_s)Sev_s}{\alpha_s}$

5.- Rentabilidad de las acciones: $i_c = \frac{i_{rf} - (1 - \alpha_c)Sev_c}{\alpha_c} = \frac{i_{rf} - 1 + \alpha_c}{\alpha_c}$

6.- Rentabilidad de los bonos: $i_b = \frac{i_{rf} - (1 - \alpha_b)Sev_b}{\alpha_b}$

7.- Probabilidad de éxito del activo: $\alpha_s = \frac{i_{rf} - Sev_s}{i_s - Sev_s}$

8.- Probabilidad de éxito del capital: $\alpha_c = \frac{i_{rf} - Sev_c}{i_c - Sev_c} = \frac{1+i_{rf}}{1+i_c}$, ya que, como hemos visto, $Sev_c = -100\%$

9.- Probabilidad de éxito del bono: $\alpha_b = \frac{i_{rf} - Sev_b}{i_b - Sev_b}$

A efectos de comprender mejor el modelo que proponemos, resulta de interés explicar de forma más detallada el origen de las expresiones anteriores relativas a las probabilidades de éxito y de fracaso:

A. Ampliación sobre las probabilidades de éxito.

Partiendo de la Segunda fórmula básica podemos calcular la probabilidad de éxito (α) del activo, de la acción y del bono.

$$i_{rf} = (\alpha * i) + ((1 - \alpha) * (Sev)) \quad (3) \text{ Segunda fórmula básica}$$

De aquí puede deducirse que la probabilidad de éxito será para cada uno de los tres instrumentos (activo, acciones y bonos):

$$\alpha_s = \frac{i_{rf} - Sev_s}{i_s - Sev_s} \quad \alpha_c = \frac{i_{rf} - Sev_c}{i_c - Sev_c} \quad \alpha_b = \frac{i_{rf} - Sev_b}{i_b - Sev_b}$$

Como hemos visto al tratar sobre las propiedades de modelo, el rango de valores de la severidad es siempre menor o igual que i_{rf} ($+i_{rf} > Sev_b > -1$), por lo que el valor de la probabilidad será siempre mayor que cero.

Las probabilidades de estos 3 instrumentos lógicamente coincidirán debido a que cuando el activo sufre el éxito, o el fracaso, las consecuencias económicas del mismo se trasladan necesariamente a las acciones y a los bonos.

$$\alpha_s = \alpha_c = \alpha_b$$

Dado que, como veremos en el apartado III.5, la severidad de las acciones es siempre del 100% ($Sev_c = -100\%$), la probabilidad éxito de las acciones será:

$$\alpha_c = \frac{1+i_{rf}}{1+i_c}$$

B. Ampliación sobre las probabilidades de fracaso.

Una vez que hemos definido las probabilidades de éxito del modelo, también resulta útil definir matemáticamente las probabilidades de fracaso.

$$\alpha = \frac{i_{rf} - Sev_s}{i_s - Sev_s} = \frac{i_{rf} - Sev_c}{i_c - Sev_c} = \frac{i_{rf} - Sev_b}{i_b - Sev_b}$$

$$\alpha_s = \frac{i_{rf} + Sev_s}{i_s + Sev_s} \quad (9)$$

La probabilidad de fracaso del activo podemos deducirla como sigue.

$$(1 - \alpha) = 1 - \frac{i_{rf} - Sev}{i - Sev} = \frac{i - Sev - i_{rf} - Sev}{i - Sev} = \frac{i - i_{rf}}{i - Sev} = \frac{r_p}{i - Sev}$$

Donde r_p es la prima de riesgo del instrumento.

Así la probabilidad de fracaso del activo puede definirse como:

$$(1 - \alpha_s) = \frac{r_{ps}}{i_s - Sev_s}$$

La probabilidad de fracaso de las acciones puede definirse como:

$$(1 - \alpha_c) = \frac{r_{pc}}{i_c + 1}$$

Ello debido a que, como anteriormente se ha indicado, la severidad de las acciones es siempre del -100%.

La probabilidad de fracaso del bono puede definirse como:

$$(1 - \alpha_b) = \frac{r_{pb}}{i_b - Sev_b}$$

III.5.- ALGUNAS PROPIEDADES DE UNA UNIDAD AISLADA CON GESTIÓN EFICIENTE DE RIESGOS Y BENEFICIOS FINANCIEROS.

En este modelo, el comportamiento de una unidad financiera aislada que realiza una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros tiene una serie de propiedades que resulta útil recordar:

- Caso de fracaso, la empresa siempre quiebra: la severidad de las acciones es siempre de -100%. El valor del capital de una unidad financiada en el momento 1, caso de fracaso es cero: $C_d = \max(0; S_d - K) = 0$. Efectivamente, dado que una de las condiciones establece que $K \geq S_d$, entonces $C_d = 0$. Es decir, en caso de fracaso, el accionista siempre pierde todo el capital; en caso de fracaso la empresa siempre quiebra. El valor del activo, caso de fracaso (S_d) siempre es absorbido, en su totalidad, por el repago del bono (K). De otra manera, el bono sería un activo sin riesgo, ya que incluso en el escenario de fracaso, recobraría el capital más los intereses (K), desapareciendo el riesgo que caracteriza cualquier instrumento financiero. En la literatura, en muchas ocasiones, se utiliza este concepto de crisis, considerando que estas suceden cuando una entidad es incapaz de cumplir sus compromisos con sus acreedores, lo que supone que el capital vale cero. Así sucede, por ejemplo, en Allen y Gale (2004b).
- La severidad de los activos y los bonos pueden ser positivas. La severidad de los activos y bonos de la unidad financiada siempre tienen que ser inferiores a la tasa de interés sin riesgo (i_{rf}). Esto significa que las severidades serán negativas en la mayor parte de los casos, pero también significa que pueden ser positivas. Así, dado un bono emitido por 100€ en el momento inicial ($t=0$), caso de éxito, suponemos que su rendimiento es un 5%. Si recibe como repago de principal más intereses 101€, en el momento final ($t=1$), su severidad será +1% ($Sev_b = +1\%$). Si recibe como repago de capital más intereses 99€, en el momento final ($t=1$), su severidad será -1% ($Sev_b = -1\%$). Así, el valor de la

severidad de cualquier bono se moverá en el siguiente rango de valores:
 $+i_{rf} > Sev_b > -1$.

- Los rendimientos de los activos, acciones y bonos de la unidad financiada siempre tienen que ser superiores a la tasa de interés sin riesgo (i_{rf}).
- La rentabilidad de los recursos propios es independiente del apalancamiento de la firma, por lo que se mantiene constante en tanto no varíen los tres valores definitorios del activo (S , S_u o S_d), tal y como se desprende de la ecuación anteriormente vista $i_c = \frac{Su-Sd}{S-\frac{Sd}{(1+i_{rf})}} - 1$.

III.6.- CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO.

Por lo tanto, el modelo que describe el funcionamiento de una unidad financiada se representa mediante una ecuación sujeta a varias condiciones que garantizan una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros:

A) La ecuación es:

$$C = f(S, S_u, S_d, K, i_{rf}) = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) x \left(S - \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \right)$$

B) Y las condiciones son:

$$\begin{aligned} \frac{Su}{(1 + i_{rf})} &\geq S \geq \frac{Sd}{(1 + i_{rf})} \\ \infty &\geq Su \geq \text{Max}(S(1 + i_{rf}), K) \\ \text{Min}(S(1 + i_{rf}), K) &\geq Sd \geq 0 \\ Su &\geq K \geq Sd \\ \left(\frac{Su}{S} - 1 \right) &\geq i_{rf} \geq \left(\frac{Sd}{S} - 1 \right) \\ \{S; Su; Sd; K\} &\geq 0 \end{aligned}$$

Donde, S es el activo, C es el capital y $K/(1+ib)$ es el pasivo en el momento inicial (siendo ib el tipo de interés aplicable a los recursos ajenos). K es el montante que el emisor del pasivo se compromete a devolver (el precio de ejercicio de la opción). Por su parte, i_{rf} es la tasa de interés sin riesgo.

En el momento final, S_u es el activo, C_u su capital y K_u su pasivo, caso de producirse el escenario optimista. Por su parte, S_d , C_d y K_d se refieren, respectivamente, al escenario pesimista.

CAPÍTULO IV.

EL MODELO PARA VALORAR LA ESTABILIDAD FINANCIERA (II): SISTEMA DE UNIDADES RELACIONADAS ENTRE SÍ Y CON EL ENTORNO.

CAPÍTULO IV. EL MODELO PARA VALORAR LA ESTABILIDAD FINANCIERA (II): SISTEMA DE UNIDADES RELACIONADAS ENTRE SÍ Y CON EL ENTORNO.

En el apartado anterior, hemos visto cómo se comportan las unidades financiadas aisladamente, cuando practican una gestión financiera eficiente. En este apartado, las unidades dejan de estar aisladas y pasan a relacionarse con otras unidades. Estas unidades con las que se relacionan pueden pertenecer al mismo sistema o ser ajenas al mismo (perteneciendo al entorno del sistema). Un ejemplo de relación con unidades del mismo sistema pueden ser las relaciones financieras que se mantienen en los mercados interbancarios entre unidades integrantes de un mismo sistema. Un ejemplo de relaciones financieras con unidades ajenas al sistema lo constituyen las relaciones de los bancos de un sistema financiero con empresas industriales del tejido productivo.

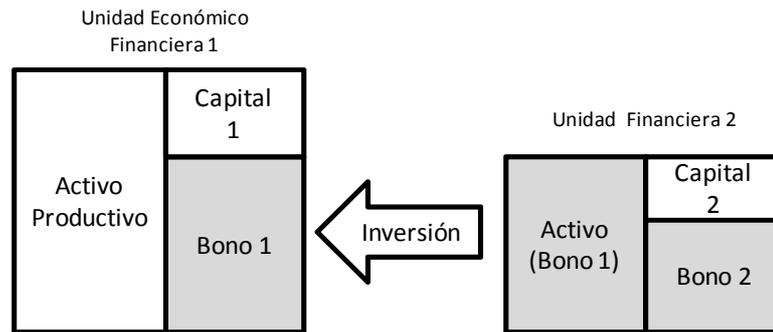
Para estudiar estas relaciones y sus implicaciones para la estabilidad financiera, en este apartado analizaremos, en primer lugar, las características de cualquier relación financiera entre unidades financiadas, pertenezcan o no al mismo sistema. Después, pasaremos a analizar las características de las relaciones de las unidades financiadas pertenecientes a un mismo sistema. Terminaremos con las relaciones de las unidades de un sistema con su entorno.

En todos los casos, suponemos que las unidades realizan una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros: sus probabilidades de éxito se sitúan entre 0 y 1, y se estiman con precisión los valores futuros del activo, pasivo y capital siguiendo el modelo de Merton.

IV.1.- LA RELACIÓN FINANCIERA. TIPOS DE RELACIONES FINANCIERAS.

La relación financiera se caracteriza porque los pasivos financieros emitidos por una unidad financiada son adquiridos por otra unidad, lo que conlleva la consiguiente transmisión de riesgos y beneficios financieros, como se refleja en el siguiente gráfico.

Gráfico IV.1



La unidad 1 emite un bono B_1 ($B_1=S_1-C_1$) en el momento cero ($t=0$). En el momento 1 ($t=1$), el valor del bono será, caso de éxito K_1 y caso de fracaso Sd_1 . Si la unidad 2 tiene constituido su activo por el bono emitido por la unidad 1, podremos describir el comportamiento del activo de la unidad 2, que será $S_2= B_1$, $S_{u2}=K_1$ y $Sd_2=Sd_1$. El capital de la unidad 2 vendrá definido por $C_2 = f(B_1; K_1; Sd_1; K_2; i_{rf})$.

Sin embargo, a efectos de la estabilidad financiera, chocamos con el problema de la obtención de información, al igual que sucede en muchas partes de la ciencia económica. El análisis de las relaciones financieras aisladas nos da una enorme precisión para conocer la situación de la estabilidad financiera de un sistema, pero el coste de la obtención de esa información resulta elevadísimo. Por ello, el análisis individual se complementa con el análisis agregado. Esto exige conocer bien cuáles son las potencialidades y las limitaciones de ese análisis agregado ya que, de otro modo, las conclusiones que podemos obtener de tal análisis pueden no coincidir con la realidad completa que sólo vendría dada por el, más perfecto, análisis individual.

Por ello, uno de los objetivos principales de esta tesis es utilizar la información agregada de un sistema para conocer qué tipo de unidades pueden existir en ese sistema y conocer cuáles son las peores situaciones que pueden darse en el seno del mismo, bajo las restricciones de una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros.

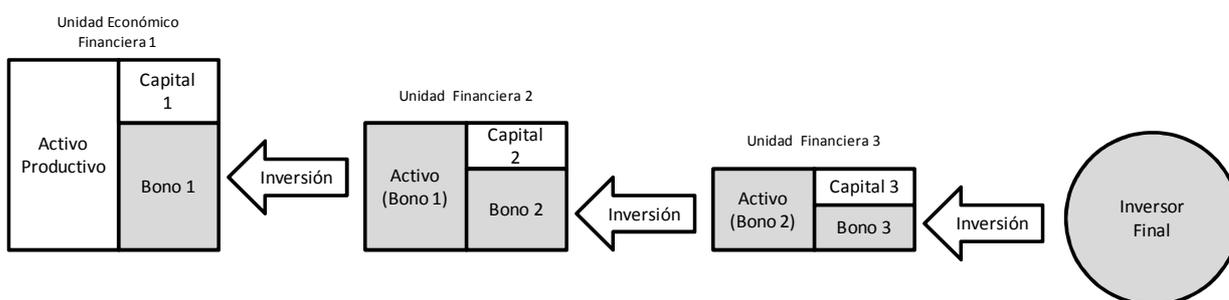
Esta contraposición entre el enfoque micro y el enfoque macro tiene especial aplicación en materia de supervisión bancaria, donde la doctrina discute el encaje entre supervisión macroprudencial y supervisión microprudencial. Más adelante, en la última parte de este trabajo, basándonos en el modelo que estamos describiendo, realizaremos una propuesta para la articulación de ambos tipos de supervisiones.

A efectos de conocer las potencialidades y limitaciones del análisis agregado distinguimos dos tipos de agregaciones: las relaciones horizontales y las relaciones verticales. Las relaciones horizontales serían las relaciones más frecuentes en el

mercado interbancario y las relaciones verticales serían más frecuentes en el mercado que conecta el sistema financiero con la economía real.

Las relaciones horizontales son producto del encadenamiento de las relaciones financieras dentro de un sistema y se producen cuando una unidad financiada emite un pasivo que es adquirido por otra unidad financiada que, a su vez, emite pasivos que son adquiridos por otra unidad financiada. Un ejemplo de este tipo de relaciones lo constituyen las operaciones de los mercados interbancarios. El siguiente gráfico ilustra una relación horizontal.

Gráfico IV.2 Relación Financiera Horizontal



Sin embargo, cuando tratamos la cuestión de la estabilidad financiera, nos referimos normalmente a sistemas en los que las relaciones entre las propias unidades del sistema pueden no ser las más importantes, siendo las relaciones financieras con el entorno las que toman el protagonismo.

Por ello, junto con las relaciones horizontales planteamos como objeto de estudio a efectos de estabilidad financiera las relaciones verticales. En ellas, las unidades de un sistema objeto de estudio adquieren pasivos emitidos por las entidades pertenecientes al entorno del sistema (no al sistema). Estos pasivos adquiridos no tienen por qué ser homogéneos; cada unidad adquiere una porción de los pasivos emitidos por el entorno pero el comportamiento de esta porción puede ser muy diferente del comportamiento de la porción adquirida por otra unidad de su mismo sistema.

Las características de los pasivos adquiridos y su asignación a unas u otras unidades del sistema condicionan la estabilidad financiera del mismo. El entorno puede emitir pasivos cuya calidad, considerada en conjunto, pueda ser elevada. Pero puede suceder que una parte de esos pasivos sean de una pésima calidad y que sean adquiridos por una parte del sistema con poca capacidad de absorción de la inestabilidad que tales pasivos generan; mientras que la calidad del resto de los pasivos puede ser muy elevada. Es decir, podría generarse inestabilidad financiera en una parte del sistema pese a que la información global del entorno puede que

apunte la existencia de un entorno aparentemente propicio para la estabilidad financiera.

Esto conecta con una parte de la literatura que, como ya hemos indicado, insiste en la necesidad de que los modelos contemplen la existencia de unidades heterogéneas. En este sentido, podemos citar, por ejemplo, a Tsomocos (2003 a, b) y Goodhart y Tsomocos (2007).

Como veremos, el modelo que proponemos permite que las unidades que integran el sistema sean heterogéneas, tanto en cuanto a los activos que adquieren, como en cuanto al apalancamiento que adoptan. Esta heterogeneidad describe de forma más cercana la realidad.

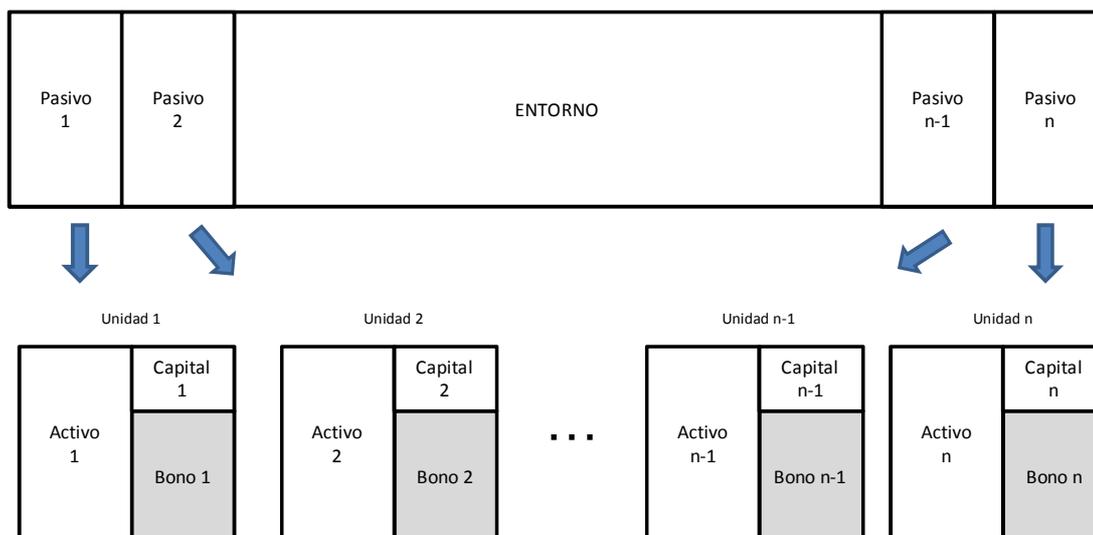
Por otro lado, en la realidad, los agentes económicos, en su comportamiento, tienden a considerar de manera exclusiva las consecuencias de sus propios actos, mientras que una fuente importante del riesgo deriva del comportamiento colectivo. Los participantes en el mercado consideran este riesgo como exógeno. Puede verse en este sentido Borio y Drehmann (2009b).

Enlaza esta cuestión con el riesgo moral. Los participantes en el mercado que no consideran en la gestión de sus unidades los aspectos de riesgo relacionados con el comportamiento colectivo al que ellos contribuyen incurren en una externalización de las consecuencias negativas de sus comportamientos que generan riesgo moral. Una correcta gestión del riesgo debe considerar todos los aspectos que afectan al valor en el que han invertido, sean micro o sean macro.

Resulta frecuente en las crónicas de la crisis aun vigente, que se excuse la responsabilidad de los gestores por no considerar los aspectos macro (por ejemplo, por tratarse de una “crisis importada”). Desde nuestro punto de vista, las obligaciones de un gestor abarcan la consideración de todos los factores que pueden afectar al valor de los activos que gestiona, sean estos riesgos de origen macro o microeconómico. Si un gestor no es capaz de gestionar todos los riesgos que es mejor que no adquiera tal activo. Nuestro modelo considera conjuntamente todos los aspectos que influyen en el valor de la inversión realizada, sean macro o sean micro.

En el Gráfico IV.3 podemos ver un ejemplo de relación financiera vertical. En él se aprecia cómo cada unidad tiene en su activo una parte de los pasivos emitidos por el entorno.

Gráfico IV.3 Relación Financiera Vertical



Existen en la literatura aportaciones que resaltan la importancia del entorno sobre la estabilidad financiera e incluso algún autor propone la introducción de incentivos para las empresas no financieras a efectos de que contribuyan a mantener la estabilidad financiera⁵⁸.

IV.2. - ASIGNACIÓN EFICIENTE DE RIESGOS EN UN SISTEMA HORIZONTAL: EL PARADIGMA DE LA TRANSMISIÓN DE LA RENTABILIDAD LOS RECURSOS PROPIOS.

En este apartado, analizamos las características más relevantes de los sistemas cuyas unidades realizan una gestión eficiente de riesgos. Para ello, distinguimos entre una transmisión horizontal de riesgos y beneficios financieros y una transmisión vertical de los mismos.

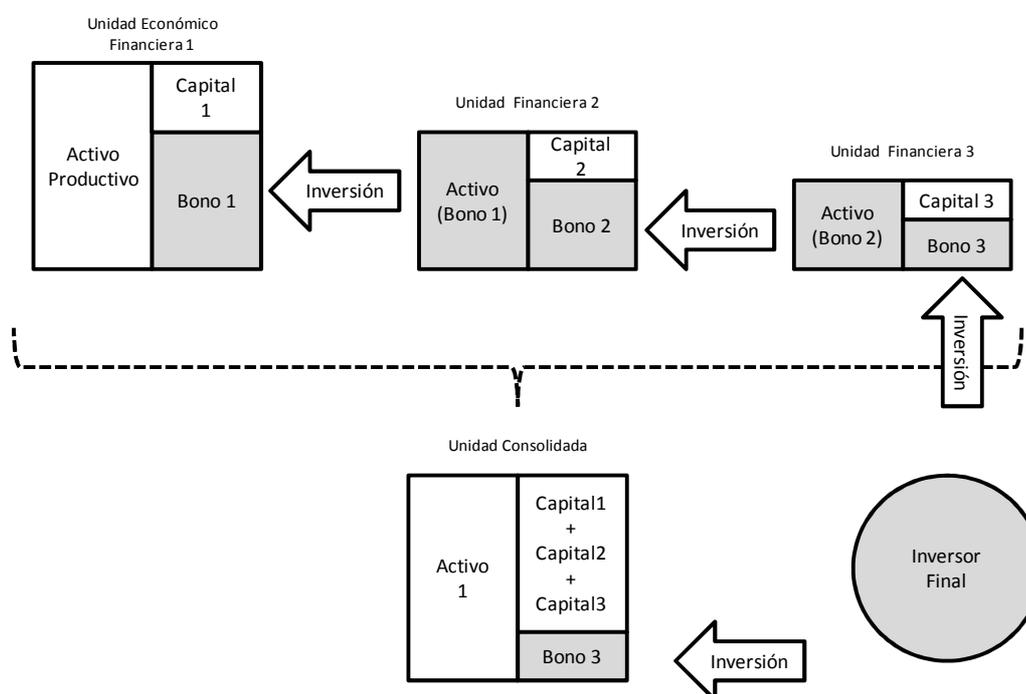
Para definir qué entendemos como asignación "eficiente" de riesgos en un sistema horizontal partimos de la premisa simple: los riesgos y beneficios que se generan en un sistema con varias unidades financiadas (relacionadas horizontalmente) que aportan conjuntamente al sistema un capital C tienen que ser idénticos a los

⁵⁸ Así, **Davis y Stone (2004)** analizan el impacto de las crisis financieras en la deuda de las empresas y el PIB de varios países. Para ello, parten de los flujos cross-country y los datos de balance. Los resultados sugieren que la reducción de inventarios es la principal causa de reducción del PIB tras una crisis y su efecto es mayor en los países emergentes. Existe una correlación importante entre el ratio deuda-capital, con la reducción de inversión e inventarios tras la crisis. La crisis financiera tiene mayor impacto en los sectores productivos de los países industrializados. Los países industrializados se benefician de la existencia de numerosos canales para la emisión de deuda, por lo que las emisiones crecen en las crisis bancarias. Estos resultados invitan a una vigilancia más intensa de los sectores empresariales. Por ello, el citado trabajo indica específicamente que conviene incluir, entre los indicadores de estabilidad financiera, algunos relacionados con el balance y flujos de fondos de los sectores industriales. Incluso propone que los gobiernos deben considerar seriamente introducir incentivos a las empresas para mantener la estabilidad financiera.

riesgos y beneficios que se generarían si sólo existiese una única unidad (que llamaremos unidad consolidada) que aportase el mismo capital C al sistema. La existencia de mayor o menor número de unidades no debe afectar en lo esencial a la asignación de riesgos y beneficios en el sistema, dado que todas las unidades realizan una asignación eficiente de los riesgos y que únicamente existe la citada relación horizontal entre ellas.

Como vemos en el gráfico siguiente, a un inversor en bonos tendría que resultarle indiferente invertir en el bono emitido por la Unidad Financiera 3 que en el bono emitido por la Unidad Consolidada.

Gráfico IV.4



La asignación eficiente de riesgos y beneficios financieros en un sistema con unidades relacionadas deben cumplir al menos dos paradigmas, uno para los recursos propios y otro para los recursos ajenos.

Proposición 1: Transmisión de la rentabilidad de los recursos propios.

En una relación financiera horizontal entre unidades financiadas, se cumple que la asignación de riesgos y beneficios es eficiente si el rendimiento porcentual de los recursos propios de cada unidad, caso de éxito, se mantiene constante en todas las unidades del sistema, independientemente de cuál sea la estructura financiera de las unidades del sistema. El rendimiento porcentual de los recursos propios de cada unidad coincidirá con el rendimiento porcentual de los recursos propios del sistema consolidado.

Prueba de la Proposición 1. La prueba se obtiene aplicando, a la fórmula $\alpha_c = \frac{Sev_c + i_{rf}}{Sev_c + i_c}$, algunos aspectos que ya conocemos: la severidad de las acciones⁵⁹ es del 100% y el interés sin riesgo (i_{rf}) es el mismo para todo el sistema. Además, debe considerarse que la probabilidad de éxito (α_c) debe ser la misma para todas las unidades del sistema, ya que depende del éxito del activo de la primera unidad del sistema que se transmite en cadena al resto de las unidades. Si el activo de la unidad A tiene éxito (fracaso) los activos del resto de las unidades del sistema tendrán éxito (fracaso). Así, podemos escribir que $i_c = \frac{1+i_{rf}}{\alpha_c} - 1$.

También coincidirá, dicho rendimiento (i_c), con el rendimiento de las acciones de la unidad consolidada, ya que el activo (real) de la unidad consolidada es el mismo que el de la primera de las unidades del sistema. Consecuencia de esto, las probabilidades son las mismas para el activo y, consiguientemente, para las acciones y los bonos emitidos por la unidad consolidada. De nuevo, aplicando la fórmula $\alpha_{con} = \frac{1+i_{rf}}{1+i_c}$, puede deducirse que el rendimiento de las acciones de la unidad consolidada coincidirá con el de todas y cada una de las unidades no consolidadas vinculadas mediante una relación horizontal.

Como Anexo II, incluimos una demostración más algebraica de esta proposición.

Proposición 2: Rentabilidad marginal de los recursos ajenos. En una relación financiera horizontal entre unidades financiadas, se cumple que la asignación de riesgos y beneficios es eficiente si el rendimiento porcentual de los recursos ajenos de la última unidad del sistema, caso de éxito, coincide con el rendimiento porcentual de los recursos ajenos de la unidad consolidada del sistema. Lo mismo resulta predicable respecto de la severidad.

Prueba de la Proposición 2: se realiza en el Anexo III.

Veamos un ejemplo que aclara estas dos proposiciones. Supongamos una unidad "W" definida por la siguiente función $C_w = f(100, 120, 60, 110, 0,03) = 6,9579$, cuyo pasivo está constituido por capital por 6,9579 y un bono valorado en 93,0421 (100-6,9579).

Otra unidad "X" compra ese bono emitido por "W", y para financiarse emite capital y un bono que devolverá principal e intereses por 86. La unidad vendrá definida por la siguiente función $C_x = (93,0421; 110; 60; 86; 0,03) = 16,6990$, cuyo pasivo está

⁵⁹ Al inicio de este trabajo hemos demostrado que si existe una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros, los accionistas, caso de fracaso, pierden siempre la totalidad del capital invertido.

constituido por capital por 16,6990 y un bono valorado en 76,3430 (93,0421-16,6990).

Otra unidad "Y" compra ese bono emitido por "X", y para financiarse emite capital y un bono que devolverá principal e intereses por 85. La unidad vendrá definida por la siguiente función $C_y = (76,3430; 86; 60; 85; 0,03) = 0,6958$, cuyo pasivo está constituido por capital por 0,6958 y un bono valorado en 75,6472 (76,3430-0,6958).

Para las tres unidades ("W", "X" e "Y") se cumple que $i_c = 43,72\%$ y $\alpha_s = \alpha_a = \alpha_b = 71,667\%$.

También se cumple que el rendimiento del bono consolidado coincide con el rendimiento del bono emitido por la última unidad del sistema.

El siguiente cuadro refleja las magnitudes básicas de cada una de las unidades del ejemplo anterior. También el de la unidad consolidada y la suma algebraica de las tres unidades.

	Banco W	Banco X	Banco Y	Banco CONSOLIDADO	SUMA
IMPUTS					
Subyacente (S)	100,00	93,04	76,34	100,00	269,39
Activo caso de éxito (Su)	120,00	110,00	86,00	120,00	316,00
Activo caso de fracaso (Sd)	60,00	60,00	60,00	60,00	180,00
Precio de ejercicio (K)	110,00	86,00	85,00	85,00	281,00
Tipo sin riesgo (Irf)	3,00%	3,00%	3,00%	0,03	0,09
OUTPUT BALANCE					
Activo (S)	100,00	93,04	76,34	100,00	269,39
Acciones (C)	6,96	16,70	0,70	24,35	24,35
Bonos (B)	93,04	76,34	75,65	75,65	245,03
Total pasivo (C+B)	100,00	93,04	76,34	100,00	269,39
OUTPUT RENDIMIENTOS					
Rendimiento del activo, caso de éxito (is)	20,00%	18,23%	12,65%	20,00%	50,88%
Rendimiento de las acciones, caso de éxito (ic)	43,72%	43,72%	43,72%	43,72%	131,16%
Rendimiento de los bonos, caso de éxito (ib)	18,23%	12,65%	12,36%	12,36%	43,24%
Severidad del activo, caso de fracaso (Sev s)	-40,00%	-35,51%	-21,41%	-40,00%	-96,92%
Severidad de las acciones, caso de fracaso (Sev c)	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-300,00%
Severidad de los bonos, caso de fracaso (Sev b)	-35,51%	-21,41%	-20,68%	-20,68%	-77,60%
Probabilidad el éxito del activo (as)	71,67%	71,67%	71,67%	71,67%	215,00%
Probabilidad de éxito de las acciones (ac)	71,67%	71,67%	71,67%	71,67%	215,00%
Probabilidad de éxito de los bonos (ab)	71,67%	71,67%	71,67%	71,67%	215,00%
Rentabilidad sin riesgo implícita del activo (irf s)	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	9,00%
Rentabilidad sin riesgo implícita de las acciones (irf c)	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	9,00%
Rentabilidad sin riesgo implícita de los bonos (irf b)	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	9,00%
Rentas del activo, caso de éxito	20,00	16,96	9,66	20,00	46,61
Rentas de las acciones, caso de éxito	3,04	7,30	0,30	10,65	10,65
Rentas de los bonos, caso de éxito	16,96	9,66	9,35	9,35	35,97
Rentas del activo, caso de fracaso	-40,00	-33,04	-16,34	-40,00	-89,39
Rentas de las acciones, caso de fracaso	-6,96	-16,70	-0,70	-24,35	-24,35
Rentas de los bonos, caso de fracaso	-33,04	-16,34	-15,65	-15,65	-65,03

La clave de lo que aquí proponemos es que todas las variables utilizadas en la igualdad (3) son observables en los mercados o los estados financieros de las empresas, con lo que podría comprobarse empíricamente si existe una asignación

eficiente de riesgos en un sistema de unidades financieras con inversiones horizontales.

IV.3.- ASIGNACIÓN EFICIENTE DE RIESGOS EN UN SISTEMA CON RELACIONES VERTICALES.

Si, en el apartado anterior, analizábamos cuáles son las características observables en un sistema horizontal de unidades financiadas, cuando tal sistema realiza una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros, en este apartado vamos a hacer lo mismo respecto de un sistema vertical.

Partimos de un sistema financiado compuesto por dos unidades financiadas, la unidad 1 definida como $C_1 = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_1, i_{rf})$ y la unidad 2 definida como $C_2 = f(S_2, Su_2, Sd_2, K_2, i_{rf})$.

Respecto de número de unidades y su heterogeneidad, en la literatura, algunos modelos consideran al sistema financiero representado por una única unidad. Así sucede en **Diamond y Dybvig (1983)**. Otros modelos asumen múltiples intermediarios, por lo que el deterioro ocurre en una entidad y se extiende al resto por contagio de balances o conexiones en el comportamiento. Así sucede en Kiyotaki y Moore (1997), Allen y Gale (2000b), Rochet y Tirole (1996 a,b), Freixas y Parigi (1998), McAndrews y Roberds (1995), Aghion et al (1999)).

Además, en el modelo que proponemos las unidades pueden tener un comportamiento heterogéneo. No siempre sucede así en la literatura y, en muchos modelos, cada sector es representado por un agente, suponiendo un comportamiento homogéneo de todos los miembros de cada sector (por ejemplo, en Lucas (1990) y Lucas y Stokey (1987)). Otros modelos permiten el comportamiento heterogéneo de las unidades estudiadas (por ejemplo, en Tsomocos (2003 a, b)), que incorpora bancos comerciales heterogéneos y requerimientos de capital en un modelo de equilibrio general con mercados incompletos, dinero y default.

Otra de las características del modelo que proponemos se refiere a que ni las unidades individuales, ni el mercado capturan el riesgo sistémico. Esto supone que las valoraciones de los activos en el balance de las dos unidades realizada por el modelo recoge, en su valor, exclusivamente los aspectos idiosincráticos del riesgo, relativos a los activos en los que invierten, pero no los aspectos sistémicos, relativos al conjunto de activos en los que invierte el sistema al que pertenecen. Esto supone que una entidad individual (n) valorará sus activos considerando exclusivamente el valor futuro y la probabilidad de éxito de ese activo considerado

aisladamente de manera que, como hemos visto al inicio de este trabajo⁶⁰, se cumple que $S_n = \frac{\alpha_n S u_n}{(1+i_{rf})} + \frac{(1-\alpha_n) S d_n}{(1+i_{rf})}$. Este sesgo es habitual en la realidad, donde los gestores de las unidades financiadas no consideran las implicaciones del sistema sobre el riesgo de sus unidades.

IV.4.- CAPITAL MÁXIMO Y MÍNIMO.

Hasta ahora hemos supuesto que tenemos una información perfecta de un sistema de unidades financiadas: conocemos toda la información sobre las unidades que componen el sistema y las relaciones entre ellas o con el entorno.

Sin embargo, esto no siempre es así en la realidad. Los costes de obtener información de las relaciones de las unidades de un sistema, entre ellas y con el entorno, resultan muy elevados.

Dentro del sistema las unidades actúan con libertad, de forma que para una determinada configuración agregada de ese sistema, en su seno pueden existir un número elevadísimo de combinaciones de unidades. No obstante, debido a que hemos sometido a las unidades individuales que forman los sistemas a la restricción de realizar una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, dentro de un sistema formado por varias unidades financiadas no puede darse cualquier tipo de unidad financiada. Sólo pueden existir unidades que cumplan las restricciones definidas por una gestión financiera eficiente de las unidades individuales, vistas anteriormente. Los valores que pueden alcanzar las magnitudes básicas de cada unidad vienen determinadas por el entorno del sistema ($S_s, S u_s, S d_s, K_s$ y i_{rf}) y por el resto de unidades del mismo ($S_n, S u_n, S d_n, K_n$). Se cumple que $S_s = \sum_1^n S_n$, $S u_s = \sum_1^n S u_n$, $S d_s = \sum_1^n S d_n$ y $K_s = \sum_1^n K_n$. Dado que en la mayor parte del trabajo el sistema va a estar compuesto por dos unidades, se cumple que $S_s = S_1 + S_2$.

En este apartado, veremos cómo, conociendo el entorno y aplicando las restricciones vistas, podemos determinar cuál será el máximo y el mínimo que puede alcanzar la suma de capitales de cualquier sistema, cuyas unidades realicen una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros.

Proposición 3. El **valor máximo** que puede alcanzar la suma de capitales de un sistema viene dado por la siguiente ecuación:

⁶⁰ Puede verse la fórmula del punto 10 del apartado III.3 Otras variables para definir el comportamiento de una unidad aislada.

$$\text{Max} \sum_1^n C_n = \text{Min} \left(S_s - \frac{Sd_s}{(1 + i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1 + i_{rf})} \right)$$

Para que se alcance el capital máximo, las unidades del sistema deben alcanzar valores extremos. La suma de los capitales del sistema será máxima cuando las variables definitorias de cada una de las unidades del sistema sean:

- Unidad 1: $S_1 = 0$; $Su_1 = \text{Min} \left(K_s - Sd_s; Su_s - S_s(1 + i_{rf}) \right)$; $Sd_1 = 0$; $K_1 = Su_1$.
- Unidad 2: $S_2 = S_s$; $Su_2 = \text{Max} \left(Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1 + i_{rf}) \right)$; $Sd_2 = Sd_s$; $K_2 = \text{Max}(Sd_s; K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf}))$.

Probabilidad de éxito de las unidades del sistema cuando el capital es máximo.

Dado que la probabilidad de éxito del activo es $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-Sd}{Su-Sd}$ (Recuérdese que $\alpha_s = \alpha_b = \alpha_c$, si existe una asignación eficiente de riesgos y beneficios), entonces la probabilidad de éxito de cada una de las unidades será:

- Unidad 1: $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-Sd}{Su-Sd} = \frac{0(1+i_{rf})-0}{\text{Min}(K_s - Sd_s; Su_s - S_s(1 + i_{rf})) - Sd_s} = 0\%$
- Unidad 2: $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-Sd}{Su-Sd} = \frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{\text{Max}(Su_s - K_s; S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s)} \in \left[1; \frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{Su_s - K_s} \right]$ ⁶¹

Prueba de la Proposición 3. La fórmula de la Proposición 3 ha sido hallada mediante simulaciones con número aleatorios. No obstante, una demostración analítica se incluye en el Anexo IV.

La fórmula del capital máximo ha sido calculada inicialmente para un sistema con dos unidades, pero puede demostrarse que es cierta sea cualquiera fuere número de unidades de que este compuesto un sistema. Esta demostración se realiza también en el anexo IV.

Proposición 4. El **valor mínimo** que puede alcanzar la suma de capitales de un sistema viene dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Min} \sum_1^n C_n = \text{Max} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - K_s}{(1 + i_{rf})}; 0 \right)$$

⁶¹ Cuando $\text{Max}(Su_s - K_s; S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s) = S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$ entonces $\alpha_{con} = 1$. Cuando $\text{Max}(Su_s - K_s; S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s) = Su_s - K_s$ entonces $\alpha_{con} = \frac{S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s}{Su_s - K_s}$, siendo α_{con} la probabilidad de éxito de la unidad consolidada tal y como la definimos más adelante.

La suma de los capitales del sistema será mínima cuando los valores de las unidades del sistema alcancen valores extremos, que son:

- Unidad 1: $S_1 = 0$; $Su_1 = Su_s - S_s(1 + i_{rf})$; $Sd_1 = 0$; $K_1 = \text{Max}(K_s - S_s(1 + i_{rf}); 0)$.
- Unidad 2: $S_2 = S_s$; $Su_2 = S_s(1 + i_{rf})$; $Sd_2 = Sd_s$; $K_2 = \text{Min}(S_s(1 + i_{rf}); K_s)$.

Demostración de la Proposición 4. La fórmula de la Proposición 4 ha sido hallada mediante simulaciones con número aleatorios. No obstante, una demostración analítica se incluye en el Anexo V.

La fórmula del Capital Mínimo ha sido calculada inicialmente para un sistema con dos unidades, pero puede demostrarse que es cierta sea cualquiera que fuere número de unidades de que esté compuesto un sistema. Esta demostración se realiza también en el anexo V.

Probabilidad de éxito de las unidades del sistema cuando el capital es mínimo.

Dado que la probabilidad de éxito del activo es $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-Sd}{Su-Sd}$ (Recuérdese que $\alpha_s = \alpha_b = \alpha_c$, si existe una asignación eficiente de riesgos y beneficios), entonces la probabilidad de éxito de cada una de las unidades será:

- Unidad 1: $\alpha_1 = \frac{S(1+i_{rf})-Sd}{Su-Sd} = \frac{0(1+i_{rf})-0}{Su_s - S_s(1+i_{rf}) - Sd_s} = 0\%$
- Unidad 2: $\alpha_2 = \frac{S(1+i_{rf})-Sd}{Su-Sd} = \frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s} = 100\%$

Por tanto, las probabilidades de fracaso ($1 - \alpha_s$) serían del 100% para la unidad 1 y del 0% para la unidad 2.

También puede demostrarse que para la unidad con probabilidad de éxito del 100%, se cumple que la proporción entre el capital y el activo es la misma que entre el beneficio y los ingresos.

Ejemplo de Capital Máximo y Mínimo. En el ejemplo, que ya hemos utilizado, de un sistema consolidado definido por $52,04 = f(100,300,20,120,5\%)$, podemos calcular los valores máximos y mínimos entre los que se moverá el capital de las unidades que lo integran y, por lo tanto, los valores máximos y mínimos de los Costes de Diversidad. Así el rango (máximo y mínimo) de la suma capitales que podrán tener el conjunto de las unidades del citado sistema se calculará del siguiente modo:

$$\text{Max } \sum_1^n C_n = \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right) = \text{Min} \left(\frac{100(1,05) - 20}{(1,05)}; \frac{300 - 120}{(1,05)} \right) = 80,9524$$

$$\text{Min } \sum_1^n C_n = \text{Max} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})}; 0 \right) = \text{Max} \left(\frac{(100(1,05) - 120)}{(1,05)}; 0 \right) = 0$$

Por tanto, para el sistema cuyos valores consolidados son $C_{con} = f(100,300,20,120,5\%) = 52,04$ la suma de los capitales de las unidades del sistema, cuando estas realizan una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros, se sitúa entre 0 y 80,95.

IV.5.- CAPITAL POR DIVERSIDAD.

Relacionado con el capital máximo y mínimo, elaboramos el concepto de Capital por Diversidad (CD). Se trata de un concepto que nos resulta útil definir por su capacidad explicativa de alguno de los aspectos de la estabilidad financiera de un sistema (especialmente en su dimensión de probabilidad de pérdida).

Para definir el Capital por Diversidad tenemos que definir previamente el concepto de unidad consolidada en un sistema vertical. Anteriormente definimos el concepto de unidad consolidada en un sistema horizontal.

En un sistema vertical, la unidad consolidada vendría definida como $C_{con} = f(S_s, Su_s, Sd_s, K_s, i_{rf})$ donde se cumple que $S_s = S_1 + S_2$, que $Su_s = Su_1 + Su_2$, que $Sd_s = Sd_1 + Sd_2$ y que $K_s = K_1 + K_2$. Se trataría de un sistema compuesto por dos unidades financiadas: la unidad 1 definida como $C_1 = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_1, i_{rf})$ y la unidad 2 definida como $C_2 = f(S_2, Su_2, Sd_2, K_2, i_{rf})$.

La peculiaridad de la unidad consolidada es que sólo admite dos $(Su_1 + Su_2, Sd_1 + Sd_2)$ de los cuatro $(Su_1 + Su_2, Su_1 + Sd_2, Sd_1 + Su_2, Sd_1 + Sd_2)$ valores posibles que pueden adoptar los valores futuros del activo de la unidad.

Consecuencia de esto, puede suceder que $C_s \neq C_{con}$, siendo el Capital por Diversidad (CD) el mayor o menor capital que un sistema tiene respecto del que tendría si el sistema fuese sustituido por la unidad consolidada:

$$CD = C_s - C_{con}$$

La unidad consolidada puede interpretarse como un caso especial en el que existe contagio entre el éxito y fracaso de las unidades del sistema, de tal manera que el éxito de cualquiera de las unidades arrastra al éxito a la otra y el fracaso de una arrastra al fracaso a la otra.

Dado que el valor actual del activo se mantiene constante, pese a que varía el valor futuro del mismo, lo que sucede es que varían las probabilidad del éxito del activo, ya que, como hemos visto, $S = \frac{\alpha Su}{(1+i_{rf})} + \frac{(1-\alpha)Sd}{(1+i_{rf})}$.

IV.6.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

En el modelo que proponemos, las unidades financieras aisladas pueden relacionarse con otras unidades de su mismo sistema o con el entorno. Los dos tipos de relaciones básicos son la relación horizontal y la relación vertical.

Una relación horizontal se caracteriza porque el rendimiento del capital de todas las unidades que lo conforman es idéntico.

Una relación vertical se caracteriza porque, conocidas las variables agregadas del sistema, en ese sistema existe un capital agregado máximo (definido como $\text{Max} \sum_1^n C_n = \text{Min} (S_s - \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})})$) y un capital agregado mínimo (definido como $\text{Min} \sum_1^n C_n = \text{Max} (\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})}; 0)$). Para llegar a tal conclusión, se presume que en el sistema existen unidades heterogéneas y que todas las unidades realizan una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros.

Ambas fórmulas se cumplen cualquiera que sea el número de unidades que compongan el sistema.

CAPÍTULO V.

ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA I: LA PÉRDIDA ABSOLUTA

CAPÍTULO V.- ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA (I): LA PÉRDIDA ABSOLUTA.

En este capítulo, aplicamos el modelo descrito en el Capítulo III y el Capítulo IV al concepto de estabilidad financiera desarrollado en el Capítulo II. Para ello, analizamos la manera de medir las dimensiones básicas que definen la estabilidad financiera: la pérdida absoluta, la concentración, la probabilidad de pérdida.

Partiremos de un sistema vertical, ya que consideramos que representa de forma más cercana a la realidad la situación de un sistema financiero frente a un shock exógeno. Debe considerarse que las relaciones entre las unidades que componen el sistema (interbancarias) nunca son las predominantes, ya que el interbancario funciona como un sistema de aseguramiento mutuo de la liquidez, tal y como plantean Bhattacharya and Gale (1987), por lo que no resulta inadecuado considerar que el sistema vertical puede representar la realidad de forma bastante aproximada. Más adelante, en el Capítulo IX, analizaremos los efectos específicos de la existencia de un mercado interbancario sobre la estabilidad financiera.

Calificamos como “potencial” a la estabilidad financiera ya que analizamos, partiendo de las magnitudes agregadas de un sistema ($S_s, Su_s, Sd_s, K_s, i_{rf}$), el rango dentro del cual pueden moverse las dimensiones de la estabilidad financiera (pérdida absoluta, concentración y probabilidad), si el sistema financiado realiza una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros. Así, analizaremos la pérdida máxima absoluta que puede alcanzar un sistema, analizaremos concentración máxima y analizaremos la probabilidad de fracaso máxima que puede alcanzar el mismo. Para ello, partiremos de los conceptos de capital máximo, capital mínimo y capital por diversidad expuestos en el Capítulo IV.

V.1.- MEDICIÓN DE LA PÉRDIDA ABSOLUTA.

Podemos definir las pérdidas absolutas de un sistema son la diferencia entre el valor del activo consolidado del sistema en caso de fracaso y el valor invertido en el bono en el momento inicial: $P_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + C_s$.

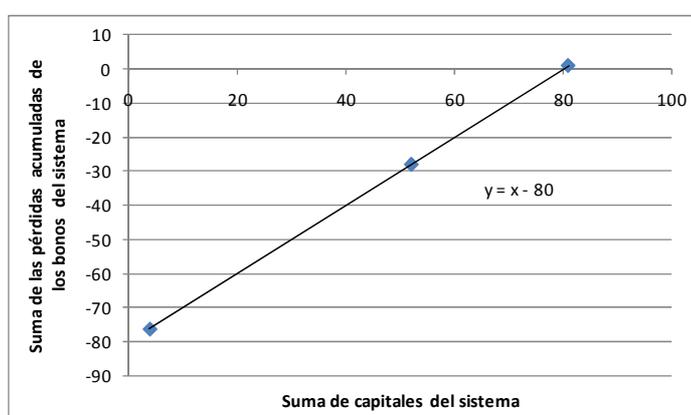
El concepto anterior utiliza la suma de flujos de caja actualizados al momento inicial.

Nuestro modelo considera que una crisis se produce cuando una unidad financiada es incapaz de cumplir sus compromisos con sus acreedores, es decir, cuando quiebra. Este es un concepto común en la literatura, donde puede verse, por ejemplo, en Allen y Gale (2004b). Nuestro modelo considera que los bonos son cupón cero, pero en otros modelos la quiebra se produce cuando se impaga en alguno de los pagos periódicos de intereses de los bonos (puede verse Giesecke

(2004)). Recuérdese que, en nuestro modelo, caso de ocurrir el escenario negativo de fracaso, siempre se produce la quiebra de la unidad financiada.

Así, las pérdidas en términos absolutos son absorbidas por el capital del sistema en primera instancia. Cada euro de mayor capital en el sistema significa un euro de menores pérdidas para los bonos del sistema. La pendiente de la recta que relaciona el capital con la severidad absoluta de los bonos del sistema es la unidad. Dado que $P_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + C_s$, entonces $\frac{\partial P_s}{\partial C_s} = 1$. Así puede observarse en el gráfico siguiente.

Gráfico V.1



Nota: $C_{con} = f(100, 300, 20, 120, 5\%) = 52,04$

Los puntos extremos de la recta vienen definidos por los valores máximos y mínimos del capital y la pérdida. El punto intermedio definiría el capital y las pérdidas del sistema consolidado. Recordamos que llamamos capital consolidado al que se generaría si existiese una única entidad consolidada en la que $C_{con} = f(S_s, Su_s, Sd_s, K_s, i_{rf})$ para la que se cumple que $S_s = S_1 + S_2$, que $Su_s = Su_1 + Su_2$, que $Sd_s = Sd_1 + Sd_2$ y que $K_s = K_1 + K_2$. Se trataría de un sistema compuesto por dos unidades financiadas: la unidad 1 definida como $C_1 = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_1, i_{rf})$ y la unidad 2 definida como $C_2 = f(S_2, Su_2, Sd_2, K_2, i_{rf})$.

Hemos visto que podemos conocer cuál es el capital suma máximo y mínimo que puede tener un sistema cuyas unidades realicen una gestión eficiente del riesgo financiero. Por ello, conociendo las magnitudes agregadas de un sistema, podemos saber cuáles son las pérdidas máximas y mínimas que pueden producirse en el conjunto del sistema, bajo la condición de la gestión eficiente del riesgo financiero.

$$\text{Capital Máximo} = \text{Max} \sum_1^n C_n = \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right)$$

$$\text{Capital Mínimo} = \text{Min} \sum_1^n C_n = \text{Max} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})}; 0 \right)$$

Así, la pérdida mínima que puede producirse en un sistema será la diferencia entre el valor del activo, caso de fracaso y el valor del bono:

$$P_s \text{ M\u00ednima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right)$$

Y la pérdida máxima que puede producirse en un sistema será:

$$P_s \text{ M\u00e1xima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Max} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})}; 0 \right)$$

Podemos simplificar la expresi\u00f3n anterior:

$$P_s \text{ M\u00e1xima} = \text{Max} \left(\frac{Sd_s - K_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Sd_s - S_s(1+i_{rf})}{(1+i_{rf})} \right)$$

Veamos un ejemplo. Para un sistema cuya suma de activos sea 100, cuyo activo en caso de \u00e9xito alcance un valor de 110 y caso de fracaso de 80, en el que el valor futuro de sus deudas sea 95, y que act\u00fae en un entorno con un tipo de inter\u00e9s sin riesgo del 3%, la p\u00e9rdida m\u00e1xima a soportar por los bonistas, si las unidades del sistema realizan una gesti\u00f3n eficiente del riesgo financiero, oscilar\u00e1 entre -7,77 y -14,56.

$$\text{P\u00e9rdida M\u00ednima} = 80/(1,03) - 100 + 14,5631 = -7,77$$

$$\text{P\u00e9rdida M\u00e1xima} = 80/(1,03) - 100 + 7,7670 = -14,56$$

Debido a que, para el estudio de la estabilidad financiera analizamos el rango de p\u00e9rdidas en que se puede mover un sistema financiado, hablamos de estabilidad financiera "potencial".

Para el an\u00e1lisis de las tres dimensiones de la estabilidad financiera (p\u00e9rdida absoluta, concentraci\u00f3n y probabilidad de fracaso) vamos considerar los casos extremos que pueden darse en un sistema de unidades financiadas. Nos interesa conocer el "worse case" que puede suceder en los sistemas que analizamos. Evitamos el uso de medidas medias ya que pueden enmascarar distribuciones de valores con casos muy extremos. Debe tenerse en cuenta que las crisis financieras son casos poco frecuentes, por lo que, conocer, partiendo de la informaci\u00f3n agregada de un sistema cual es el peor de los casos posibles (generados por unidades heterog\u00e9neas que realizan una gesti\u00f3n eficiente de riesgos y beneficios financieros), nos ayuda a conocer la estabilidad financiera que potencialmente caracteriza a un sistema.

El modelo que estamos describiendo parte de la existencia de un shock exógeno, si bien la estructura del sistema influye en los efectos finales del mismo sobre los bonistas, mediante elementos endógenos, en función de la estructura de capital de cada una de las unidades que lo componen.

En la literatura se consideran tanto elementos endógenos, como elementos exógenos, en relación al origen de las crisis financieras. Así, cabe citar una parte de la literatura plantea el origen endógeno de las crisis financieras, siendo Minsky (1978) y Kindleberger (1996) son los autores más claramente asociados con esta visión. Consideran las crisis como un resultado natural del crecimiento del riesgo a lo largo del tiempo, debido a los mecanismos de retroalimentación que se generan dentro del sistema financiero y entre el sistema financiero y la economía. Estos mecanismos generan desequilibrios financieros que en un punto determinado se desencadenan.

No obstante, la literatura se centra de manera abrumadora en el origen exógeno de la crisis financiera, especialmente en la categoría de amplificación del shock. Los modelos asumen una distribución de probabilidad para un shock exógeno que, dado el resto de la estructura de la economía, puede producir un “distress” financiero si su realización es suficientemente negativa (por ejemplo, una mala cosecha, caídas en la productividad). Puede citarse a Allen y Gale (1998) quienes describen un modelo en el que las crisis financieras son causadas por shocks exógenos relacionados con el rendimiento de los activos. También importa indicar que la mayor parte de los macro stress test parten de shocks exógenos, así como los trabajos relacionados con corridas bancarias generadas por pánicos y profecías auto-cumplidas, ambas líneas ya citadas en otras partes de este trabajo.

Al mismo tiempo varios modelos incorporan elementos tanto endógenos, como exógenos. Estos van desde las burbujas en los precios de los activos a aquellos que explican los mecanismos de amplificación que operan dentro del sistema financiero y entre el sistema financiero y la economía real, como resultado de “fricciones financieras” inherentes en los contratos financieros. Ejemplos notables del mutuo reforzamiento entre el crédito y los precios de los activos que nacen del uso de colaterales son, los ya citados, Kiyotaki y Moore (1997)⁶² y Bernanke et al (1999)⁶³.

⁶² Kiyotaki y Moore (1997) que muestra que los pequeños shocks pueden producir grandes efectos por causa de los colaterales. Un shock que baja los precios de los activos, baja el valor de los colaterales. Se produce una espiral en la que los precios de los activos bajan, se pide menos prestado y los precios de los activos vuelven a bajar. Una interrupción en la provisión de liquidez puede ser el shock que inicialmente baje los precios de los activos y genere este problema.

⁶³ Bernanke y Gertler (1989) y Bernanke, Gertler y Gilchrist (1996) desarrollaron el concepto de acelerador financiero. Muestran como las condiciones del mercado del crédito pueden amplificar y propagar los shocks. La asimetría informativa lleva al problema de la agencia entre prestamistas y

También importa citar a Schinasi (2005) quien ofrece una lista varias decenas de factores de riesgo, clasificándolos en función de su carácter endógeno o exógeno para el sistema (en este mismo sentido, puede verse a Houben, Kakes y Schinasi (2004)).

V.2.- PÉRDIDA ABSOLUTA: CONSECUENCIAS PARA LA POLÍTICA DE ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL.

El modelo propuesto permite analizar el efecto de las decisiones de política de estabilidad sobre la estabilidad financiera del sistema (pérdida absoluta), respondiendo a preguntas como ¿cómo puede influir la variación de los tipos de interés en la estabilidad financiera del sistema?, ¿cómo puede influir la variación en el precio de los activos en la estabilidad financiera del sistema?, ¿cómo puede influir la variación en las expectativas sobre el valor de los activos en la estabilidad financiera del sistema? o ¿cómo puede influir la modificación del apalancamiento en la estabilidad financiera del sistema?.

En este apartado vamos a estudiar la influencia de las variaciones en el entorno ($S_S, Su_S, Sd_S, k_S, i_{rf}$) sobre las pérdidas máximas y mínimas de un sistema (primera dimensión de nuestro concepto de estabilidad financiera). Las variaciones que se producen en el valor actual de los activos (S_S), en el valor futuro de los activos en el escenario de éxito (Su_S), en el valor futuro de los activos en el escenario de fracaso (Sd_S), en el apalancamiento del sistema (k_S) y en los tipos de interés (i_{rf}), condicionan cual es el capital suma máximo y mínimo de un sistema, y por lo tanto, las pérdidas absolutas máximas y mínimas que los acreedores del sistema pueden sufrir.

Ello nos permite obtener un marco conceptual para analizar anticipadamente las consecuencias para la estabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) de las decisiones políticas que puedan afectar al entorno ($S_S, Su_S, Sd_S, k_S, i_{rf}$) dentro del cual han de moverse las unidades de un sistema.

V.2.1.- ANÁLISIS DE RANGOS DE VALORES QUE DETERMINAN EL COMPORTAMIENTO DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA.

Previamente a entrar en este análisis, podemos adelantar que existen dos puntos de ruptura que determinan el comportamiento de la pérdida absoluta para la mayor parte de las variaciones en el entorno ($S_S, Su_S, Sd_S, k_S, i_{rf}$); estos dos puntos son:

prestatarios. Un shock negativo en la riqueza de los prestatarios es amplificado por la naturaleza principal-agente de la relación entre prestamistas y prestatarios.

- $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$
- $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < Su_S + Sd_S$

El sentido de ambas inecuaciones, condiciona de forma importante comportamiento de la pérdida absoluta de un sistema ante variaciones de las 5 variables que describen el sistema y, especialmente, las no linealidades que se producen. Por ello, merece la pena detenernos en la interpretación de estas inecuaciones.

Respecto de la primera inecuación $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$, podemos deducir, al menos, dos interpretaciones:

1ª interpretación. La condición $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ se cumple cuando el montante que se conseguiría invirtiendo el activo en deuda pública no sería suficiente para reembolsar los bonos al vencimiento.

Montante del activo si estuviese invertido en deuda pública	<	Valor de reembolso del bono al vencimiento
--	---	--

2ª interpretación. La condición $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ se cumple cuando $(1 + i_{rf}) < \text{Apalancamiento} \times (1 + i_b)$. Con un poco de álgebra podemos llegar a esa conclusión.

$$\frac{S_S(1 + i_{rf})}{B_S} < \frac{K_S}{B_S}$$

$$(1 + i_{rf}) < \frac{B_S}{S_S} (1 + i_b)$$

(1+ tipo de interés sin riesgo)	<	[apalancamiento de la empresa	x	(1+ rendimiento del bono)]
------------------------------------	---	-----------------------------------	---	--------------------------------

3ª interpretación. La condición $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ se cumple cuando $\Delta_S < (1 - \alpha_S)$. Con un poco de álgebra podemos llegar a esa conclusión.

$$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$$

$$S_S(1 + i_{rf}) - Su_S < K_S - Su_S$$

$$\frac{S_S(1 + i_{rf}) - Su_S}{Su_S - Sd_S} < \frac{K_S - Su_S}{Su_S - Sd_S}$$

$$\frac{S_S(1 + i_{rf}) - Su_S}{Su_S - Sd_S} < \frac{K_S - Su_S}{Su_S - Sd_S}$$

$$-(1 - \alpha_S) < -\Delta_S$$

$$\Delta_S < (1 - \alpha_S)$$

--

$$\text{Eficiencia financiera}(\Delta_S) < \text{Probabilidad de fracaso} (1 - \alpha_S)$$

Respecto de la segunda inecuación $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{uS} + S_{dS}$, podemos deducir, también, al menos, dos interpretaciones:

1ª interpretación. Con un poco de álgebra podemos transformar la expresión $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{uS} + S_{dS}$ de la siguiente forma.

$$\frac{(K_S - B_S) - (S_{dS} - B_S) \frac{B_S}{S_S}}{B_S} < \frac{(S_{uS} - S_S) - (S_S(1 + i_{rf}) - S_S)}{S_S}$$

$$(i_b - Sev_b) \frac{B_S}{S_S} < i_S - i_{rf}$$

La anterior desigualdad puede interpretarse como sigue⁶⁴.

(Volatilidad del rendimiento del bono	X	Apalancamiento)	<	prima de riesgo del activo
--	---	-----------------	---	-------------------------------

2ª interpretación. La inecuación $\frac{S_S(1+i_{rf}) - S_{dS}}{(1+i_{rf})} < \frac{S_{uS} - K_S}{(1+i_{rf})}$, puede interpretarse como $\alpha_{con} < \Delta_{con}$, es decir, como “probabilidad de éxito < delta”, ya que, $\frac{S_S(1+i_{rf}) - S_{dS}}{(S_{uS} - S_{dS})} < \frac{S_{uS} - K_S}{(S_{uS} - S_{dS})}$ donde $\alpha_{con} = \frac{S_S(1+i_{rf}) - S_{dS}}{(S_{uS} - S_{dS})}$ y $\Delta_{con} = \frac{S_{uS} - K_S}{(S_{uS} - S_{dS})}$. Recuérdese que la probabilidad de éxito puede formularse como $\alpha_c = \frac{1+i_{rf}}{1+i_c}$, como anteriormente hemos visto. La ratio delta (Δ) puede considerarse como una medida de la eficiencia financiera del sistema, ya que es la variación del BAI, consecuencia de la variación en el beneficio operativo, es decir, la variación del valor de la acción, consecuencia de la variación del precio del subyacente.

Probabilidad de éxito (α_{con})	<	Eficiencia financiera (Δ_{con})
--	---	--

Algunas claves sobre el comportamiento de las unidades del sistema cuando el capital suma es máximo⁶⁵:

⁶⁴ Recuérdese que la severidad del bono tendrá, normalmente, signo negativo, ya que, como hemos visto, $Sev = \frac{S_{d-B}}{B}$.

- Si $\alpha_{con} > \Delta_{con}$, entonces $\frac{\Delta_{con}}{\alpha_{con}} = \Delta_2$.
- Si $\alpha_{con} < \Delta_{con}$, entonces $\frac{\alpha_{con}}{\Delta_{con}} = \alpha_2$.

Cuando el capital suma es mínimo, para la unidad con probabilidad de éxito del 100%, se cumple que la proporción entre el capital y el activo es la misma que entre el beneficio y los ingresos.

V.2.2.- ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE CADA VARIABLE EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA DEL SISTEMA.

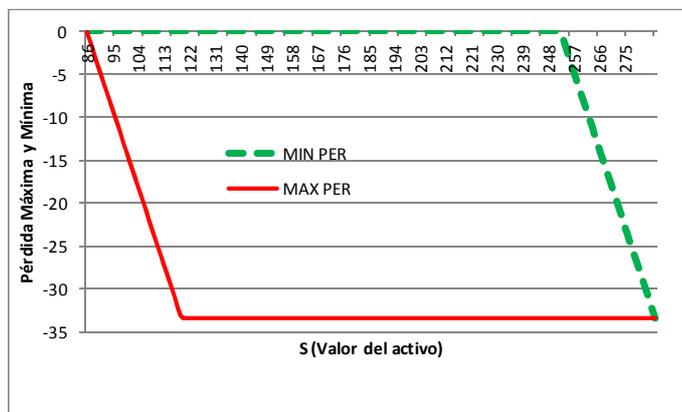
Los rangos (delimitados por los puntos de ruptura) definidos en el apartado anterior condicionan la influencia de las variables del sistema sobre la estabilidad financiera del sistema (en su dimensión de pérdida absoluta). En este apartado, vamos a analizar cómo se comporta la estabilidad financiera (pérdida absoluta) ante variaciones de cada una de estas variables.

Nota: todas las derivadas calculadas en este apartado se han realizado utilizando el software Mathematica.

1.- Variación en el valor de los activos (con variación en la probabilidad de éxito).

El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el precio de los activos, mientras el resto de las variables del sistema se mantienen constantes.

Gráfico V.2



⁶⁵ Recuérdese que las magnitudes con subíndice "con" se refieren a la unidad consolidada. Es aquella unidad teórica en la que cumple que $C_{con} = f(S_{con}, Su_{con}, Sd_{con}, K_{con}, i_{rf})$ donde $S_{con} = S_1 + S_2$, que $Su_{con} = Su_1 + Su_2$, que $Sd_{con} = Sd_1 + Sd_2$ y que $K_{con} = K_1 + K_2$.

Nota: Referido al sistema $C_{con} = f(S_c, 300, 90, 125, 5\%)$

Podemos analizar la evolución de las pérdidas máximas y mínimas del sistema:

1. Respecto de la pérdida mínima (recuérdese que

$$P_S \text{ M\u00ednima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right):$$

$$1.1. \text{ Mientras } \frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} < \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}, \text{ entonces } \frac{\delta P\u00e9rdida \text{ M\u00ednima}}{\delta S_s} = 0.$$

El incremento en el valor del activo (S) hace que la p\u00e9rdida del activo se incremente (Sd-S), pero est\u00e1 se compensa con el incremento en el valor del capital $\left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}\right)$ de manera que la p\u00e9rdida m\u00ednima para los bonistas no var\u00eda.

$$1.2. \text{ Mientras } \frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} > \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}, \text{ entonces } \frac{\delta P\u00e9rdida \text{ M\u00ednima}}{\delta S_s} = -1.$$

El incremento en el valor del activo (S) hace que la p\u00e9rdida del activo se incremente (Sd-S), pero est\u00e1 ya no se compensa con el incremento en el valor del capital m\u00e1ximo $\left(\frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}\right)$ de manera que la p\u00e9rdida m\u00ednima se hace mayor.

2. Respecto de la p\u00e9rdida m\u00e1xima (recuérdese que

$$P_S \text{ M\u00e1xima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Max} \left(\left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})} \right); 0 \right):$$

$$2.1. \text{ Mientras } S_s(1 + i_{rf}) < K_s^{66}, \text{ entonces } \frac{\delta P\u00e9rdida \text{ M\u00e1xima}}{\delta S_s} = -1$$

El incremento en el valor del activo (S) hace que la p\u00e9rdida del activo se incremente (Sd-S), pero est\u00e1 no se compensa con el incremento en el valor del capital m\u00ednimo, que es cero, de manera que la p\u00e9rdida m\u00ednima para los bonistas se incrementa.

$$2.2. \text{ Mientras } S_s(1 + i_{rf}) > K_s, \frac{\delta P\u00e9rdida \text{ M\u00e1xima}}{\delta S_s} = 0.$$

El incremento en el valor del activo (S) hace que la p\u00e9rdida del activo se incremente (Sd-S), pero est\u00e1 se compensa con el incremento en el valor del

⁶⁶ La raz\u00f3n $\left(\frac{S_c(1+i_{rf}) - K_c}{(1+i_{rf})}\right)$ representa el valor actualizado del capital, caso de \u00e9xito, para el supuesto que el activo estuviese invertido en activos libres de riesgo.

capital mínimo $\left(\frac{S_s(1+i_{rf})-K_s}{(1+i_{rf})}\right)$, de manera que la pérdida mínima para los bonistas se mantiene constante.

No obstante, cabe preguntarse ¿cómo puede ser que no varíen los fundamentales del activo (S_u , S_d y i_{rf}) y, sin embargo, varíe su precio de mercado?; ¿es posible que se dé en la realidad este supuesto?. La explicación que nos da el modelo permite explicar el fenómeno mediante una variación en las probabilidades de éxito de ese activo. Recuérdese que hemos definido la probabilidad de éxito del activo como $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-S_d}{S_u-S_d}$.

Efectivamente, los activos mantienen su precio (S) aunque hay modificación de los fundamentales de los activos (S_u , S_d , i_{rf}), en este caso, de S_u . Podemos encontrar varias explicaciones para este fenómeno, algunas dentro de supuestos situados fuera la gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros. Si así lo hiciésemos nos moveríamos en el campo del estudio de un campo muy en boga, como es el estudio de las burbujas de precios. No obstante, dado que en este trabajo nos centramos en los supuestos de asignación eficiente de riesgos y beneficios financieros, suponemos que el cambio en el valor futuro del activo, caso de éxito (S_u), efectivamente va acompañado de un cambio en las probabilidades de éxito del activo, con lo que el valor actual del activo (S), no varía.

Tampoco debe confundirse este supuesto con la variación en el precio de los activos reales (supuesto este al que nos referimos en otras partes del trabajo, al tratar la aceleración financiera). En el modelo aquí representado, los activos del sistema de unidades financiadas cuya estabilidad financiera estamos valorando son pasivos emitidos por el entorno del mismo. Puede pensarse, por ejemplo, en un sistema bancario cuyos activos son los pasivos emitidos por las empresas que reciben la financiación de este sistema. El incremento de S representa el incremento en el valor de esos pasivos.

La expansión del crédito como causa de las crisis financieras es un fenómeno bien conocido, habiéndose documentado numerosos episodios de crisis bancarias que han venido precedidas de una fuerte expansión del crédito (puede verse Allen (2005)):

- En Noruega, la ratio de préstamos bancarios sobre GDP era del 40%, en 1984, y pasó al 68%, en 1988. El colapso del precio del petróleo pinchó la burbuja, causando la mayor depresión y crisis bancaria desde la guerra.
- En Finlandia, la expansión presupuestaria en 1987 resultó en una masiva expansión del crédito que pasó del 55% del GDP, en 1984, hasta el 90%, en 1990. Los precios de la vivienda crecieron un 68% entre 1987 y 1988. El

colapso en los activos hizo necesario un rescate bancario que costó un 7% de PIB.

- En Suecia, la expansión del crédito de los últimos 80 generó un boom inmobiliario. A finales de 1990, los tipos subieron y el crédito se contrajo. Hubo recesión y se intervinieron bancos.
- En Méjico, el crédito bancario creció desde el 10% del PIB, al final de los 1980, hasta el 40% del PIB, en 1994. El asesinato de Colosio, en 1994, y la rebelión en Chiapas generó el colapso de la burbuja. El precio de las acciones y de otros activos cayó generando una crisis bancaria y de tipo de cambio, que fue seguida de una importante recesión.

No obstante, resulta interesante referirnos a la literatura empírica que relaciona crisis y crecimiento del crédito. Así, Honohan (1997) analiza, para los países en desarrollo, las causas de la crisis hallando evidencia de que las crisis macroeconómicas⁶⁷ están asociadas con mayores ratios de préstamos sobre depósitos, alta proporción de depósitos de no residentes sobre depósitos y altos crecimientos del crédito.

Por su parte, Kaminsky y Reinhart (1999) estudiaron un amplio rango de crisis en 20 países, incluyendo 5 industrializados y 15 en desarrollo. El precursor común de todas las crisis fue la liberalización financiera y una apreciable expansión del crédito. Esto fue seguido de un crecimiento medio del precio de las acciones de un 40% por año, sobre lo habitual en tiempos normales. Los precios inmobiliarios y de otros activos también crecieron de forma importante. En algunos casos, los bancos estaban sobre-expuestos a acciones e inmuebles.

Borio y Drehmann (2009a) relacionan la inestabilidad con el incremento en el crédito. Ejemplos notables del mutuo reforzamiento entre el crédito y los precios de los activos que nacen del uso de colaterales son los, ya citados, trabajos de Kiyotaki y Moore (1997) y Bernanke et al (1999)).

Shin (2009) estudia el impacto de la securitización en la estabilidad financiera. Concluye que, dado que la securitización permite el crecimiento del crédito, se incrementa el apalancamiento del sistema financiero y esto puede rebajar los estándares crediticios incrementando la fragilidad.

Allen y Gale (2000c) indican que el determinante crucial de los precios de los activos es la cantidad de crédito provisto por el sistema financiero. La liberalización expandiendo el crédito unido al problema de la agencia puede conducir a una burbuja en el precio de los activos. Cuando la burbuja se quiebra, sea por la caída

⁶⁷ Distingue entre crisis macroeconómicas, crisis microeconómicas y crisis gubernamentales.

en los retornos de los activos, o sea por la contracción en el crédito establecida por el banco central, se genera una crisis financiera.

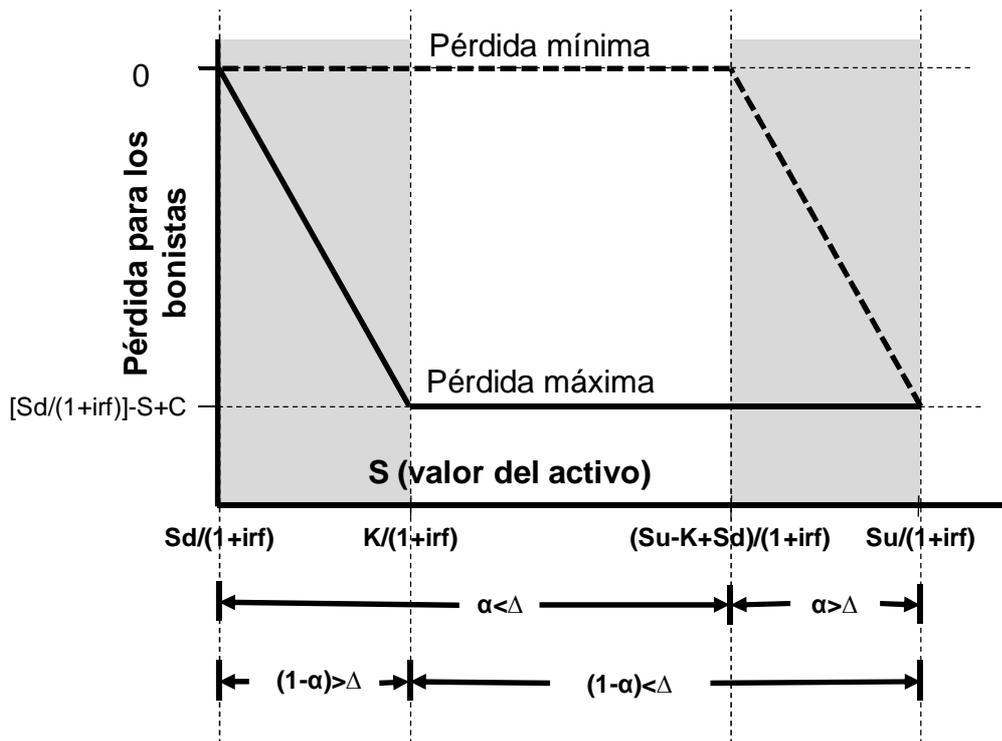
Allen (2005) introduce una perspectiva diferente al enfatizar la importancia del nivel y la volatilidad del crédito para el precio de los activos. Aconseja que los gobiernos y los bancos deben evitar el crecimiento innecesario del crédito y la incertidumbre sobre la expansión futura del crédito.

También puede verse Borio, C y Drehmann, M. (2009a) quienes aplican, a la última crisis iniciada en 2007, un sistema EWS (Early Warning Systems) mediante indicadores simples sobre el precio de los activos y el crecimiento del crédito, basado en señales. Concluye que el sistema hubiese funcionado en la última crisis. La conclusión es que el indicador crédito-acciones, en un horizonte temporal de 3 años, captura el 77% de las crisis, con un bajo noise-to-signal ratio del 6%.

Volviendo al modelo que nos ocupa, podemos indicar que, en un supuesto de asignación eficiente de riesgos y beneficios, este tipo de incrementos en el valor del activo resultarán especialmente perniciosos para la estabilidad financiera (en su componente de pérdida absoluta) cuando los sistemas financieros están muy endeudados ($S_s[1 + i_{rf}] < K_s$) porque aumentan la pérdida máxima potencial a sufrir por las unidades del sistema.

Efectivamente, cuando el sistema financiero tiene un bajo nivel de endeudamiento ($S_s[1 + i_{rf}] > K_s$), el incremento en el precio de los activos no supone un empeoramiento de la estabilidad financiera, ya que la pérdida máxima a soportar por el sistema no varía (nos situamos en un punto central de eje de accisas del gráfico). Sin embargo, esto no sucede indefinidamente, sino hasta un límite ya que, cuando el incremento del valor del activo hace que la probabilidad de éxito del sistema sea mayor que su eficiencia financiera $\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(Su_s - Sd_s)} > \frac{Su_s - K_s}{(Su_s - Sd_s)}$, se incrementa la pérdida mínima conforme aumenta el precio del activo, convergiendo hacia la pérdida máxima e incrementando la inestabilidad financiera del sistema. En el siguiente gráfico pueden apreciarse estas ideas.

Gráfico V.3



En resumen, los incrementos en el valor del activo por incremento de la probabilidad de éxito no siempre incrementan la inestabilidad financiera potencial de un sistema, vía incremento del rango de pérdidas. El incremento de la inestabilidad (por pérdida absoluta) se producirá conforme se atraviesen los dos umbrales citados, es decir, cuando el endeudamiento es muy alto o cuando la eficiencia financiera es baja en relación a la probabilidad de éxito.

Podemos sistematizar la evolución de la pérdida máxima y mínima ante variaciones en el valor del activo en el siguiente cuadro (Utilizamos un modelo de cuadro general que nos será útil más adelante).

Derivada de Pérdida Mínima	
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	-1
Derivada de Pérdida Máxima	
$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	-1
$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	0

2.- Variación en el valor futuro de los activos, caso de éxito.

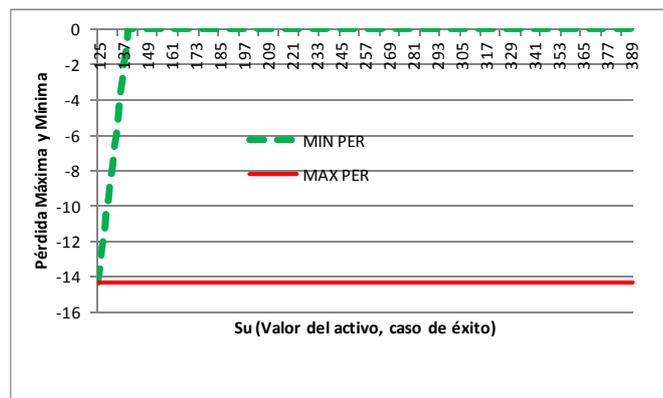
En este apartado, vamos analizar los efectos para la estabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) de la variación del valor futuro de los activos, caso de éxito. Para un sistema bancario, el incremento en el valor futuro de los activos caso de éxito (S_u) puede entenderse como un incremento en los tipos de interés aplicados a los préstamos bancarios, dado que los activos sistema están

constituidos mayoritariamente por créditos y, por tanto, el valor futuro de los activos caso de éxito (S_u), es el valor nominal de los créditos más los intereses devengados en el futuro hasta el final del periodo considerado.

Dado que el resto de las variables del modelo (S , S_d , K y i_{rf}) permanecen estables, la variación en S_u puede interpretarse como el incremento de la prima de riesgo en los préstamos concedidos por el sistema bancario cuya estabilidad financiera quiere analizarse. Esta variación no afecta al valor actual de los activos porque suponemos que las probabilidades de éxito del sistema también se modifican de forma inversa al movimiento de S_u . Recuérdese que hemos definido la probabilidad de éxito del activo como $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-S_d}{S_u-S_d}$. Nos remitimos a las explicaciones dadas en el apartado anterior sobre la no modificación del valor actual del precio de los activos cuando se producen variaciones en el valor futuro de los mismos.

El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el valor futuro de los activos.

Gráfico V.4



Nota: Referido al sistema $C_{con} = f(100, S_u, 90, 125, 5\%)$

Podemos analizar la evolución de las pérdidas máximas y mínimas del sistema distinguiendo los siguientes casos:

1. Respecto de la pérdida mínima (recuérdese que $P_s \text{ M\u00ednima} = \frac{S_d_s}{(1+i)} - B_s = \frac{S_d_s}{(1+i)} - S_s + \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - S_d_s}{(1+i_{rf})}; \frac{S_u_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right)$):

- 1.1. Mientras se cumpla que $\frac{S_s(1+i_{rf}) - S_d_s}{(1+i_{rf})} > \frac{S_u_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, entonces

$$\frac{\delta \text{P\u00e9rdida M\u00e1xima}}{\delta S_{u_s}} = + \frac{1}{(1+i_{rf})}$$

El incremento en el valor del activo, caso de éxito (S_u), no influye en la pérdida del activo ($S_d - S$), pero incrementa el capital con lo que la pérdida final disminuye.

1.2. En el momento en que $\frac{S_s(1+i_{rf}) - S_d_s}{(1+i_{rf})} < \frac{S_u_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, entonces $\frac{\delta P\acute{e}rdida\ M\acute{a}xima}{\delta S u_s} = 0$

El incremento de S_u no afecta a la pérdida máxima que se sufrirá por el sistema.

2. Respecto de la pérdida máxima (recuérdese que $P_s\ M\acute{a}xima = \frac{S_d_s}{(1+i)} - B_s = \frac{S_d_s}{(1+i)} - S_s + \text{Max}\left(\left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})}\right); 0\right)$):

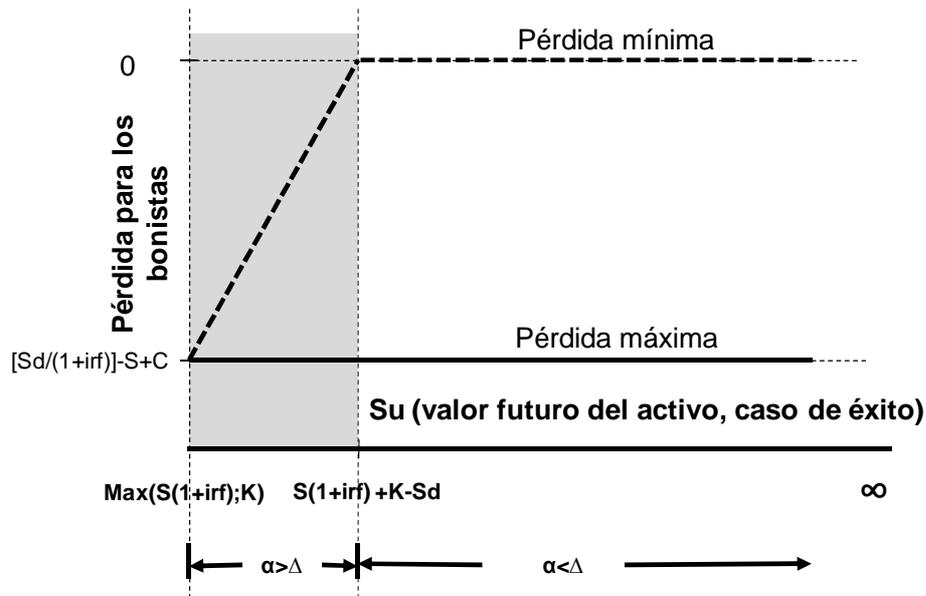
En todo caso, se cumplirá que $\frac{\delta P\acute{e}rdida\ M\acute{a}xima}{\delta S u_s} = 0$

Ninguna de las tres magnitudes con que se calcula la pérdida máxima ($S_d - S + CMin$) se ven influidas por la variación en el valor esperado del activo en caso de éxito (S_u). Recuérdese que $CMin = \text{Max}\left(\left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})}\right); 0\right)$.

Al igual que en el caso anterior, las ratios implicadas son susceptibles de ser interpretadas financieramente. Así, en la inecuación $\frac{S_s(1+i_{rf}) - S_d_s}{(1+i_{rf})} < \frac{S_u_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, puede interpretarse como $\alpha_{con} < \Delta_{con}$, es decir, como “probabilidad de éxito < eficiencia financiera”, ambas de la unidad consolidada.

Respecto de los efectos para la estabilidad financiera, podemos indicar que la zona donde más inestabilidad se genera conforme se reduce S_u , se sitúa donde la probabilidad de éxito del sistema es mayor que la eficiencia financiera ($\alpha_{con} > \Delta_{con}$). El siguiente gráfico representa estas estimaciones.

Gráfico V.5



Podemos sistematizar la evolución de la pérdida máxima y mínima ante variaciones en el valor futuro del activo, caso de éxito, en el siguiente cuadro.

Derivada de Pérdida Mínima	
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	$+1/(1 + i_{rf})$
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	0
Derivada de Pérdida Máxima	
$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	0
$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	0

En resumen, la reducción en el valor futuro de los activos, caso de éxito, incrementa la inestabilidad financiera cuando la probabilidad de éxito del sistema es mayor que la eficiencia financiera del sistema ($\alpha_{con} > \Delta_{con}$). Recuérdese que cuanto mayor es la ratio de eficiencia financiera, mayor es el riesgo.

La literatura sobre la relación entre primas de riesgo y crisis financieras es mucho más limitada que la relacionada con la expansión del crédito o el precio de los activos. No obstante, debe tenerse en cuenta que el caso expuesto es un supuesto particular en el que, aun cuando varía el valor futuro de los activos, caso de éxito, el valor actual de tales activos no varía debido a que se produce una variación en la probabilidad de éxito que compensa la variación del valor futuro de los activos. Nos referimos a este caso particular debido a que el modelo propuesto utiliza cinco variables independientes y el mantenimiento de la probabilidad de éxito puede realizarse mediante la variación simultánea de S, Sd e i_{rf} , dado que la probabilidad de crisis se define como $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-Sd}{Su-Sd}$.

Existen numerosos estudios que analizan la conexión entre los indicadores de mercado y la estabilidad financiera. Sin embargo, estos indicadores de mercado se refieren a los valores emitidos por el propio sistema bancario. En esta línea podemos citar a Flannery (1998) o a Gropp, Vesala y Vulpes (2006). No se han encontrado trabajos donde se considere la variación en el valor del valor futuro de los activos. Como hemos indicado, esta variación en el precio de los activos, puede asimilarse a la variación en el rendimiento de las operaciones de activo. Esta puede deberse a la variación de los tipos sin riesgo o a la variación de la prima de riesgo. Dado que el modelo distingue entre S_u e i_{rf} , sólo resultaría aplicable a este apartado los cambios en la prima de riesgo de las operaciones de activo, ya que la variación en el tipo de interés sin riesgo viene recogido en nuestro modelo a través de la variable i_{rf} , a la que nos referiremos en el último apartado de este capítulo. Tampoco se han hallado trabajos que relacionen la prima de riesgo de las operaciones crediticias del sistema bancario con la estabilidad financiera del mismo.

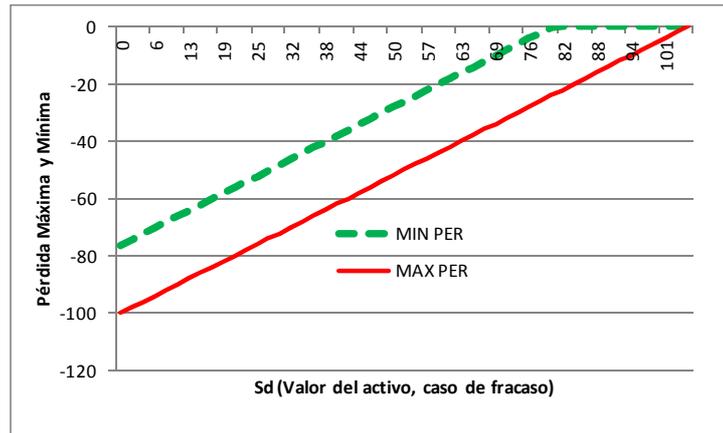
3.- Variación en el valor futuro de los activos, caso de fracaso.

En este apartado, vamos analizar los efectos para la estabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) de la variación del valor futuro de los activos, caso de fracaso.

Dado que el resto de las variables del modelo (S , S_d , K y i_{rf}) permanecen estables, la variación en S_d puede interpretarse como el incremento de la severidad en los préstamos concedidos por el sistema bancario cuya estabilidad financiera quiere analizarse. Al igual que en las dos variables anteriores, esta variación no afecta al valor actual de los activos porque suponemos que las probabilidades de éxito del sistema también se modifican de forma compensan el movimiento de S_u . Recordéese que hemos definido la probabilidad de éxito del activo como $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf})-S_d}{S_u-S_d}$.

El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el valor futuro de los activos.

Gráfico V.6



Nota: Referido al sistema $C_{con} = f(100, 150, S_d, 125, 5\%)$

Podemos analizar la evolución de las pérdidas máximas y mínimas del sistema:

1. Respecto de la pérdida mínima (recuérdese que

$$P_s \text{ M\u00ednima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right):$$

1.1. Mientras se cumpla que $\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} > \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, entonces

$$\frac{\delta \text{P\u00e9rdida M\u00ednima}}{\delta Sd_s} = +1.$$

El incremento en el valor del activo caso de fracaso (Sd) no influye en el valor del capital m\u00e1ximo por lo que cada unidad de decremento en Sd se transmite directamente a la p\u00e9rdida m\u00ednima del sistema (Sd-S+CMax).

1.2. En el momento en que $\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} < \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, entonces

$$\frac{\delta \text{P\u00e9rdida M\u00e1xima}}{\delta Sd_s} = 0.$$

El incremento de Sd afecta al valor del capital m\u00e1ximo reduci\u00e9ndolo, por lo que se modera la p\u00e9rdida m\u00ednima a sufrir por el sistema.

2. Respecto de la p\u00e9rdida m\u00e1xima (recuérdese que

$$P_s \text{ M\u00e1xima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Max} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - K_s}{(1+i_{rf})}; 0 \right):$$

En todo caso se cumple que $\frac{\delta \text{P\u00e9rdida M\u00e1xima}}{\delta Sd_s} = +1.$

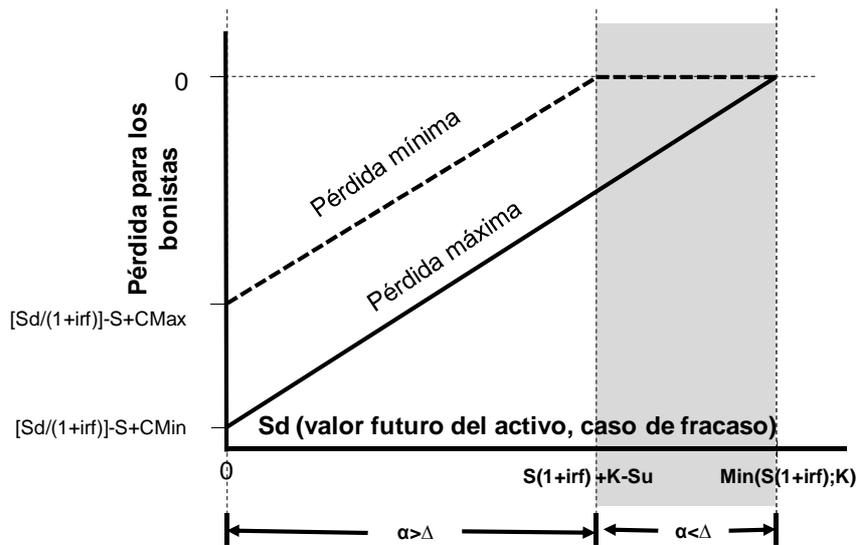
El capital m\u00ednimo no se ve afectado por la variaci\u00f3n de Sd, por lo que la variaci\u00f3n del valor de Sd se traslada directamente a la p\u00e9rdida final (Sd-S+C).

Al igual que en el caso anterior, las ratios implicadas son susceptibles de ser interpretadas financieramente. Así, en la inecuación $\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} < \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, puede interpretarse como $\alpha_{con} < \Delta_{con}$, es decir, como “probabilidad de éxito < eficiencia financiera”, ambas de la unidad consolidada.

También como en casos anteriores, los activos mantienen su precio (S) aunque existe modificación de los fundamentales de los activos (S_u, S_d, i_{rf}), en este caso de S_d . Esto es debido a que se modifica la probabilidad de éxito (y de fracaso) del sistema. Existe “simetría” informativa porque los cambios son detectados por los inversores en los recursos propios y ajenos de las unidades que componen el sistema, quienes ajustan el valor de su capital y bonos.

De nuevo, la zona donde más inestabilidad se genera se sitúa en el punto en el que la probabilidad de éxito del sistema es mayor que la ratio de eficiencia financiera ($\alpha_{con} > \Delta_{con}$).

Gráfico V.7



El siguiente cuadro resume las ideas anteriores.

Derivada de Pérdida Mínima	
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	+1
Derivada de Pérdida Máxima	
$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	+1
$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	+1

En resumen, la reducción del valor futuro de los activos, caso de fracaso (Sd), incrementa la inestabilidad financiera en todo momento, salvo cuando la probabilidad de éxito del sistema es menor que la eficiencia financiera del sistema ($\alpha_{con} > \Delta_{con}$). Recuérdese que cuanto mayor es la ratio de eficiencia financiera, mayor es el riesgo.

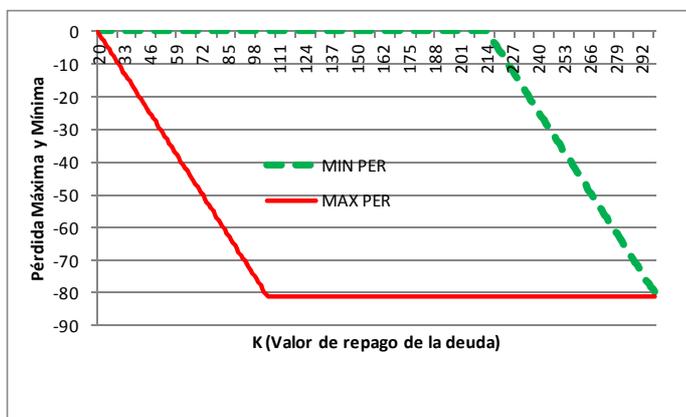
No existe propiamente una literatura dedicada a la reducción del valor futuro del activo, caso de fracaso. No obstante, mantiene conexión con los trabajos relativos al acelerador financiero, ya citados en otras partes de este trabajo.

Otra línea que cabe citar por su conexión con la variación del valor futuro del activo caso de fracaso es aquella que se refiere a la huida hacia la calidad, que puede definirse como la preferencia de los inversores en tiempos de crisis por activos más seguros (es decir, por activos con mayores valores caso de fracaso). No se trata de un supuesto idéntico al que describimos en esta parte del modelo, ya que en este no existe sustitución de activos sino una variación sobre la expectativa futura de los mismos. Algunos modelos contemplan esta huida hacia la calidad mediante la sustitución de los activos poseídos por otros más seguros, como es el caso de Lagunoff y Schreft (2001). También en la explicación marxista de las crisis financieras contempla este movimiento.

4.- Variación en el valor de repago de la deuda (K).

La variación en el valor de repago de la deuda, puede asimilarse a la variación en el apalancamiento del sistema. Conforme se incrementa K el apalancamiento del sistema es mayor, dado que el resto de las variables se mantienen constantes. El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el valor de repago de la deuda.

Gráfico V.8



Nota: Referido al sistema $C_{con} = f(100, 300, 20, K, 5\%)$

Efectivamente, en los gráficos se aprecia, para el ejemplo dado, que el incremento del apalancamiento incrementa la inestabilidad financiera del sistema, en su dimensión de pérdida absoluta.

La influencia del apalancamiento en la inestabilidad es una idea recurrente en la literatura. Importa citar diversos estudios empíricos que enfatizan la importancia del apalancamiento sobre la estabilidad financiera. Así, Nier (2008)⁶⁸ realiza un estudio cross-country (600 bancos de 32 países) concluyendo que los colchones de capital y una política monetaria laxa contribuyen a disminuir los efectos adversos de las crisis.

Dabos y Sosa Escudero (2004)⁶⁹ concluyen que indicadores relacionados con el apalancamiento bancario (por ejemplo, Pasivos/Recursos Propios) resultan explicativos para anticipar la quiebra de bancos.

El análisis empírico realizado por Roxburgh et al. (2010), se centra en el apalancamiento público y privado como origen de la vigente crisis, revisando cómo han evolucionado estas magnitudes en 10 economías desarrolladas y 5 economías emergentes. Además, documentan 45 episodios de crisis sucedidos desde 1930 donde se han producido procesos de desapalancamiento importantes o se ha reducido la relación entre deuda y PIB, para analizar cómo se desapalancan las economías tras una crisis.

No sólo existen estudios empíricos sobre la influencia del apalancamiento en la estabilidad financiera, sino que en la literatura se proponen diversos modelos que ponen de manifiesto la importancia del apalancamiento. En la ya comentada Financial Instability Hypothesis de Minsky (1978), el apalancamiento de las firmas juega un papel esencial. Kiyotaki y Moore (1997)⁷⁰ realizan un estudio teórico que

⁶⁸ **Nier (2008)** distingue entre riesgos macrosistémicos y riesgos microsistémicos. Indica que la clave en los riesgos macrosistémicos está en el apalancamiento (y la correlación a riesgos macroeconómicos o agregados). Cuando la evolución de los precios es favorable se tiende a incrementar el apalancamiento. El apalancamiento incrementa la vulnerabilidad a la caída de precios. Una caída de precio puede generar un default, que a su vez produce una descarga de activos, que a su vez generan nuevas caídas de precios. En este proceso es importante, a su vez, el apalancamiento de los proveedores de apalancamiento.

⁶⁹ **Dabos y Sosa Escudero (2004)** utiliza “duration models” para analizar el tiempo hasta la quiebra (y no sólo si la entidad quiebra o no), sobre datos de la crisis Argentina de 1995. El documento analiza indicadores financieros específicamente bancarios que anticipen la quiebra de bancos. Concluye que indicadores relacionados con el apalancamiento bancario (por ejemplo, Pasivos/Recursos Propios) resultan explicativos para anticipar la quiebra de bancos.

⁷⁰ **Kiyotaki y Moore (1997)** realizan un estudio teórico que muestra que un pequeño shock temporal en tecnología o distribución de la renta puede generar grandes y persistentes fluctuaciones en el output y en el precio de los activos. El mecanismo de transmisión comienza en firmas muy

muestra que un pequeño shock temporal en tecnología o distribución de la renta que afecta a firmas muy apalancadas puede generar grandes y persistentes fluctuaciones en el output y en el precio de los activos.

Por su parte, Shin (2009) estudia el impacto de la securitización en la estabilidad financiera. Concluye que, dado que la securitización permite el crecimiento del crédito, se incrementa el apalancamiento del sistema financiero y esto puede rebajar los estándares crediticios incrementando la fragilidad.

Volviendo a nuestro modelo, podemos analizar la evolución de las pérdidas máximas y mínimas del sistema:

1. Respecto de la pérdida mínima (recuérdese que

$$P_s \text{ M\u00ednima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right):$$

1.1. Mientras se cumpla que $\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} < \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, entonces $\frac{\delta P\u00e9rdida \text{ M\u00ednima}}{\delta K_s} = 0$.

El incremento en el valor de repago de los bonos (K) no influye en el valor del capital m\u00e1ximo, ni en el importe de la p\u00e9rdida (Sd-S+CMax).

1.2. En el momento en que $\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} > \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, entonces $\frac{\delta P\u00e9rdida \text{ M\u00ednima}}{\delta K_s} = -\frac{1}{(1+i_{rf})}$.

El aumento de K afecta al valor del capital m\u00e1ximo, por lo que se incrementa la p\u00e9rdida m\u00ednima a sufrir por el sistema.

apalancadas que sufren un shock que reduce su patrimonio neto, por lo que resultan incapaces de seguir pidiendo prestado, lo que les obliga a reducir sus inversiones. Esto les produce en el siguiente periodo una ca\u00edda de ingresos, que reduce m\u00e1s sus inversiones. Este efecto contin\u00faa en sucesivos periodos. Las firmas sin limitaciones crediticias pueden adquirir activos, pero su precio tender\u00e1 bajar acerc\u00e1ndose al precio de descontar el valor del activo en los periodos futuros. Debido a su apalancamiento las p\u00e9rdidas en el valor de las empresas m\u00e1s apalancadas ser\u00e1n elevadas. Describe dos procesos uno est\u00e1tico (afecta al momento inicial) y otro din\u00e1mico (afecta los momentos futuros). El multiplicador est\u00e1tico funciona con un shock inicial producido por cualquier causa, que reduce el patrimonio de la empresa (m\u00e1s cuanto m\u00e1s apalancada est\u00e9 la empresa), por lo que tiene que reducir su demanda de activos fijos. El precio de los activos cae, lo que reduce su capacidad de pedir prestado, dado que el precio de su colateral tambi\u00e9n cae. Esto hace que se vuelva a reducir su patrimonio neto retroalimentando el proceso. El multiplicador din\u00e1mico es mucho m\u00e1s potente porque recoge no s\u00f3lo la ca\u00edda de un periodo, sino que acumula la ca\u00edda de varios periodos. La aportaci\u00f3n principal del art\u00edculo es la introducci\u00f3n de este multiplicador din\u00e1mico.

2. Respecto de la pérdida máxima (recuérdese que

$$P_S \text{ Máxima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_S = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Max} \left(\frac{(S_s(1+i_{rf}) - K_s)}{(1+i_{rf})}; 0 \right):$$

2.1. Mientras $S_s(1 + i_{rf}) > K_s$, entonces $\frac{\delta P_{\text{Pérdida Máxima}}}{\delta K_s} = -\frac{1}{(1+i_{rf})}$.

El incremento en el valor de K hace que el capital mínimo se reduzca, con lo que la pérdida aumenta. Este aumento de la pérdida se produce hasta que $\frac{(S_s(1+i_{rf}) - K_s)}{(1+i_{rf})} < 0$.

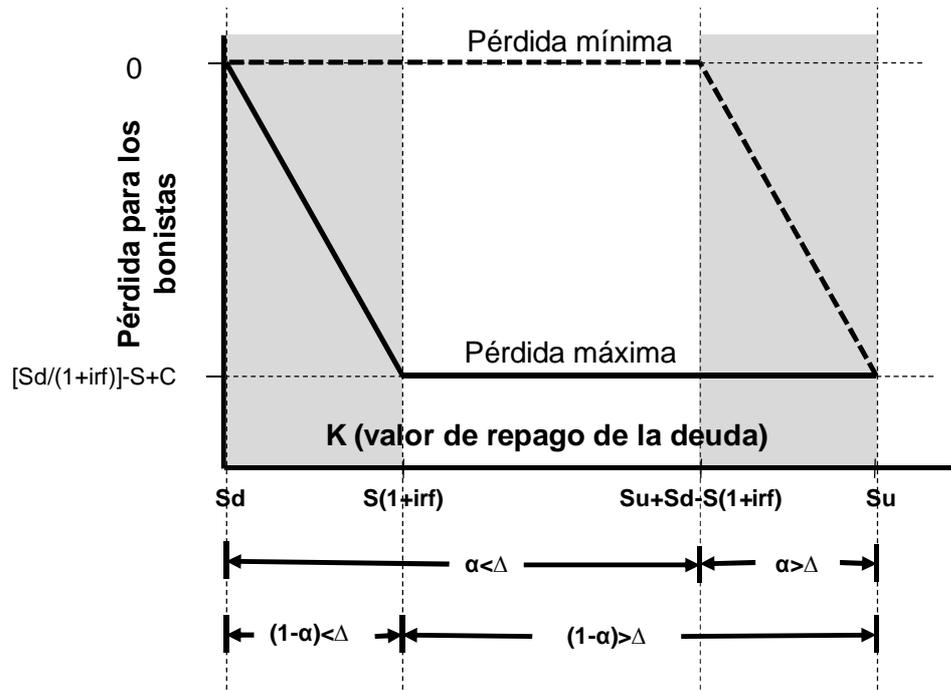
2.2. Mientras $S_s(1 + i_{rf}) < K_s$, entonces $\frac{\delta P_{\text{Pérdida Máxima}}}{\delta K_s} = 0$

La pérdida máxima deja de estar influida por las variaciones de K, de manera que la pérdida máxima se mantiene constante.

Recordemos que al igual que en el caso anterior, las ratios implicadas son susceptibles de ser interpretadas financieramente. Así, la inecuación $\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} < \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})}$, puede interpretarse como $\alpha_{\text{con}} < \Delta_{\text{con}}$, es decir, como “probabilidad de éxito < apalancamiento financiero”, ambos de la unidad consolidada.

El siguiente gráfico muestra los efectos de la variación de K sobre la estabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta).

Gráfico V.9



El siguiente cuadro sintetiza los supuestos que pueden darse.

Derivada de Pérdida Mínima	
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	$-1/(1 + i_{rf})$
Derivada de Pérdida Máxima	
$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	0
$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	$-1/(1 + i_{rf})$

En resumen, el incremento en el valor de repago de las deudas genera un incremento de la inestabilidad del sistema, mediante el incremento de la pérdida máxima, que se produce desde los niveles de endeudamiento más bajos, es decir, mientras $S(1+i_{rf}) > K$. La inestabilidad financiera se incrementa, mediante el incremento de la pérdida mínima, cuando la probabilidad de éxito es mayor que la eficiencia financiera ($\alpha_{con} > \Delta_{con}$; recuérdese que cuanto mayor es la ratio de eficiencia financiera, mayor es el riesgo).

5.- Variación en el tipo de interés sin riesgo.

La última de las variables que puede influir en la estabilidad financiera son los tipos de interés sin riesgo. La literatura sobre la influencia de los tipos de interés en la estabilidad financiera es muy amplia.

Se trata de un debate antiguo. Ya a principios del siglo pasado, Kemmerer (1910) indica que los pánicos tienden a ocurrir en momentos en los que restringe la

liquidez (coincidentes en muchos casos con el otoño), siendo los altos tipos de interés, las depresiones en los precios de los activos y el fracaso de firmas específicas, los efectos estacionales que precipitan los pánicos.

Mishkin (1999) define la inestabilidad financiera como el fenómeno que nace cuando los shocks en los mercados interfieren con los flujos de información de manera que los intermediarios financieros no son capaces de realizar su trabajo consistente en canalizar fondos hacia los proyectos de inversión más productivos. Considera que uno de los factores que influyen en el incremento de las asimetrías informativas son los tipos de interés altos.

La relación entre tipos de interés y estabilidad financiera enlaza con el interesante debate de las conexiones entre estabilidad financiera y estabilidad monetaria. La visión convencional considera que la estabilidad financiera y la estabilidad monetaria son compatibles no existiendo trade-off entre ambas. Más adelante se cuestionó esta independencia considerando posible que la estabilidad monetaria conviva con la creación de importantes desequilibrios, como puede verse en Issing (2003)⁷¹.

⁷¹ Issing, O. (2003), considera adecuada la definición de Mishkin, apuntando que si la estabilidad financiera es definida como estabilidad de tipos de interés, el banco central deberá elegir entre estabilidad en los tipos de interés o estabilidad en la inflación. Por ello, la definición de estabilidad financiera tiene efectos en relación al trade-off entre estabilidad monetaria y estabilidad financiera. La visión convencional revela escepticismo hacia el trade-off entre estabilidad financiera y estabilidad monetaria. Las razones por las que la inflación genera inestabilidad son variadas: porque incrementa la incertidumbre sobre los rendimientos futuros, porque acrecienta el problema de la información asimétrica, porque la alta inflación suele ir acompañada de alta volatilidad en los tipos, porque la expansión del ciclo acompañada de inflación suele generar burbujas o porque el exceso de liquidez se relaciona con la relajación de los estándares crediticios. Es decir, la política monetaria centrada en la estabilidad de la inflación es una buena herramienta para luchar contra la inestabilidad financiera. La estabilidad de precios y la estabilidad financiera tienden a reforzarse mutuamente. Sin embargo, la estabilidad de precios no es una condición suficiente para que sea necesaria la estabilidad financiera, recuérdense las crisis de 1920 y 1990 en USA, y la de 1980 en Japón.

El autor sigue indicando que al igual que elegir una definición de estabilidad financiera tiene implicaciones para la política monetaria, el objetivo de la política monetaria, también tiene efectos para la estabilidad financiera. Si el objetivo de la política monetaria es mantener la estabilidad en los precios en el medio plazo, el banco central se puede permitir, en momentos puntuales, alejarse de la estabilidad de precios a fin de crear las condiciones para una mayor estabilidad financiera. Por ello, ECB siempre indica que su política orientada a la estabilidad es más que un mero objetivo de inflación.

Issing habla de “new environment hypothesis” para referirse a la posibilidad de que la estabilidad monetaria conviva con la creación de importantes desequilibrios, haciendo los sistemas financieros más vulnerables. La tradicional visión de que la estabilidad de precios es buena para la estabilidad financiera estaría en entredicho.

En un interesante estudio empírico Roxburgh et al. (2010) proponen como política de prevención de la crisis que los banqueros centrales ajusten sus tipos de interés atendiendo tanto a la inflación, como al nivel de apalancamiento de ciertos sectores de la economía.

Pese a su indudable interés el debate sobre estabilidad financiera y estabilidad monetaria escapa de los objetivos de este trabajo.

Abundan los estudios empíricos que se refieren a la influencia de los tipos de interés como factor desencadenante de las crisis financieras. Así, Demirgüç-Kunt y Detragiache (2005)⁷² relacionan los tipos bajos con la estabilidad y los tipos altos con la inestabilidad. En este mismo sentido puede verse Demirgüç-Kunt y Detragiache (1998)⁷³.

Geanakoplos (1997, 2003, 2009) y Fostel y Geanakoplos (2008) muestran como los tipos de interés influyen en las cantidades de colateral y cómo estos influyen en la amplificación de los shocks por el sector financiero.

Allen (2005)⁷⁴ se refiere a la influencia del incremento de los tipos de interés como desencadenante de la crisis en Finlandia.

Aun en el caso que los bancos centrales tuviesen que atajar las burbujas en los activos, surgiría el problema de identificar cuándo estas existen. Hay amplia evidencia de que durante la última parte de los 90, los mercados siguieron una senda separada a la de sus fundamentales. Esto es consistente con la reciente literatura sobre eficiencia en los mercados que indica que aunque los rendimientos son, en parte, detectables, el horizonte temporal en el que se obtienen es tan largo que produce que no resulten explotables para el particular.

⁷² Demirgüç-Kunt y Detragiache (2005) explican que, en los 70, tras la caída de Breton Woods y la primera crisis del petróleo, el ambiente macroeconómico fue menos favorable. Sin embargo, apenas se produjeron episodios de crisis bancarias, seguramente debido a los bajos tipos de interés reales y a las restricciones regulatorias. En los 80, la relajación de la política monetaria, los elevados tipos de interés reales y la liberalización de los mercados crediticios hicieron que aparecieran episodios de crisis financieras, normalmente acompañados de crisis bancarias, especialmente en Latinoamérica y países en desarrollo.

⁷³ Demirgüç-Kunt y Detragiache (1998), utilizando multivariante logit approach halla que los bajos crecimientos en el PIB, los altos tipos de interés real y la alta inflación están correlacionados positivamente con la ocurrencia de crisis bancarias.

⁷⁴ Allen (2005) se refiere a la influencia del incremento de los tipos de interés como desencadenante de la crisis en Finlandia, donde la expansión presupuestaria en 1987 resultó en una masiva expansión del crédito que pasó del 55% del GDP en 1984 hasta el 90% en 1990. Los precios de la vivienda crecieron un 68% entre 1987 y 1988. En 1989 el banco central incrementó los tipos de interés. El colapso en los activos hizo necesario un rescate bancario que costó un 7% de PIB.

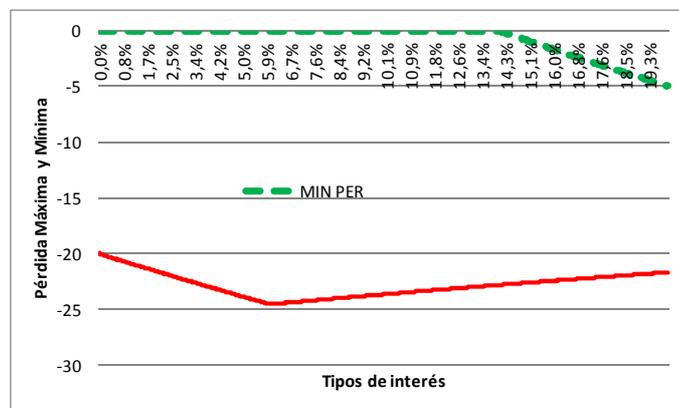
En todo caso la influencia de los tipos de interés en la estabilidad financiera es un asunto no cerrado como pone de manifiesto Allen et al. (2008). En su estudio ponen el acento en la necesidad de seguir investigando en la influencia de los tipos de interés sobre las crisis financieras. Indican que, desde una perspectiva macro, necesitamos conocer mejor la relación entre política monetaria, crédito y precios de los activos.

Volviendo a nuestro modelo, el siguiente gráfico refleja dos casos típicos de los efectos de la variación los tipos de interés sin riesgo. Debe tenerse en cuenta que aquí estamos considerando exclusivamente los efectos que la variación de tipos tienen sobre un sistema financiado.

Los efectos de la variación de tipos de interés sin riesgo se extienden por toda la economía, afectando a los pasivos emitidos por el resto de la economía y generando efectos al sistema bancario. Estos efectos indirectos para el sistema bancario no se contemplan en el modelo.

En el siguiente gráfico se muestran los efectos de la variación de los tipos de interés sin riesgo en la pérdida absoluta.

Gráfico V.10



Nota: Referido al sistema $C_{con} = f(100, 140, 80, 106, i_{rf},)$ donde $i_{rf} \in [0; 20\%]$

Podemos analizar la evolución de las pérdidas máximas y mínimas del sistema:

1. Respecto de la pérdida mínima (recuérdese que

$$P_s \text{ M\u00ednima} = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} ; \frac{S_u - K_s}{(1+i_{rf})} \right):$$

1.1. Mientras se cumpla que $\frac{S_s(1+i_{rf})-Sd_s}{(1+i_{rf})} < \frac{Su_s-K_s}{(1+i_{rf})}$ o, lo que es lo mismo, mientras $i_{rf} < \frac{Su_s+Sd_s-K_s-S_s}{S_s}$, entonces $\frac{\delta P\acute{e}rdida M\acute{a}xima}{\delta i_{rf}} = -\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})^2} + \frac{S_s}{(1+i)} - \frac{S_s(1+i_{rf})-Sd_s}{(1+i_{rf})^2} = 0$.

Un incremento de los tipos genera estabilidad en la p\acute{e}rdida m\acute{in}ima, mientras la probabilidad de \acute{e}xito es menor que la eficiencia financiera ($\alpha_{con} < \Delta_{con}$).

1.2. Mientras se cumpla que $\frac{S_s(1+i_{rf})-Sd_s}{(1+i_{rf})} > \frac{Su_s-K_s}{(1+i_{rf})}$ o, lo que es lo mismo, mientras $i_{rf} > \frac{Su_s+Sd_s-K_s-S_s}{S_s}$, entonces $\frac{\delta P\acute{e}rdida M\acute{a}xima}{\delta i_{rf}} = -\frac{(Su_s-K_s)}{(1+i_{rf})^2}$.

2. Respecto de la p\acute{e}rdida m\acute{a}xima (recu\acute{e}rdese que $P_s M\acute{a}xima = \frac{Sd_s}{(1+i)} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i)} - S_s + \text{Max}\left(\frac{(S_s(1+i_{rf})-K_s)}{(1+i_{rf})}; 0\right)$):

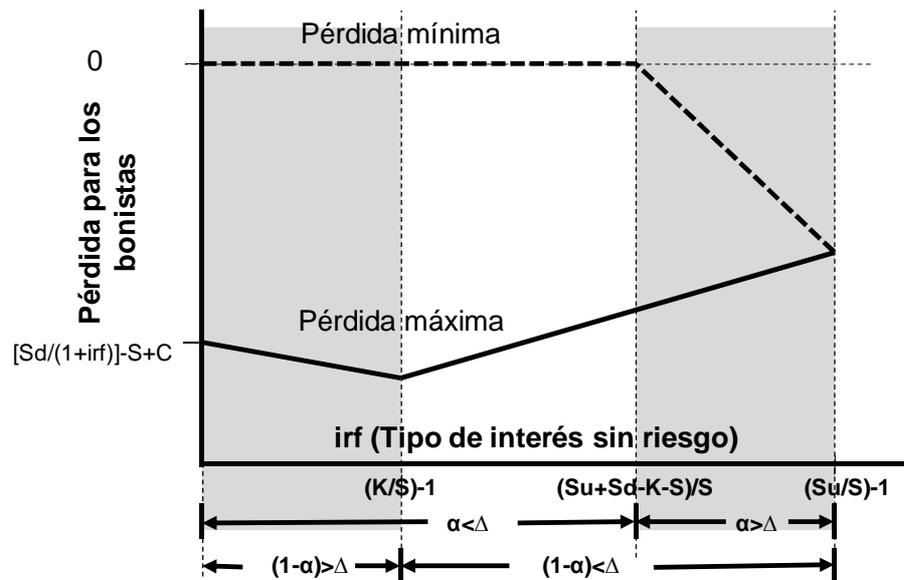
2.1. Mientras $S_s(1+i_{rf}) < K_s$ o, lo que es lo mismo, mientras $i_{rf} < \frac{K_s}{S_s} - 1$, entonces $\frac{\delta P\acute{e}rdida M\acute{a}xima}{\delta i_{rf}} = -\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})^2}$.

2.2. Mientras $S_s(1+i_{rf}) > K_s$ o, lo que es lo mismo, mientras $i_{rf} > \frac{K_s}{S_s} - 1$, entonces $\frac{\delta P\acute{e}rdida M\acute{a}xima}{\delta i_{rf}} = -\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})^2} + \frac{S_s}{(1+i)} - \frac{S_s(1+i_{rf})-K_s}{(1+i_{rf})^2} = +\frac{K_s-Sd_s}{(1+i_{rf})^2}$.

Al igual que en el caso anterior, las ratios implicadas son susceptibles de ser interpretadas financieramente. As\acute{ı}, en la inecuaci\acute{o}n $\frac{S_s(1+i_{rf})-Sd_s}{(1+i_{rf})} < \frac{Su_c-K_c}{(1+i_{rf})}$, puede interpretarse como $\alpha_{con} < \Delta_{con}$, es decir, como "probabilidad de \acute{e}xito < eficiencia financiera".

El siguiente gr\acute{a}fico refleja la evoluci\acute{o}n de las p\acute{e}rdidas ante variaciones en el nivel de los tipos de inter\acute{e}s sin riesgo.

Gr\acute{a}fico V.11



El siguiente cuadro resumen las ideas anteriores.

Derivada de Pérdida Mínima	—
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	$-\frac{(Su_s - K_s)}{(1 + i_{rf})^2}$
Derivada de Pérdida Máxima	
$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	$-\frac{Sd_s}{(1 + i_{rf})^2}$
$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	$+\frac{K_s - Sd_s}{(1 + i_{rf})^2}$

En resumen, un incremento de tipos de interés libres de riesgo, para la pérdida mínima, resulta inocuo o empeora la estabilidad financiera. Respecto de la pérdida máxima, un incremento de los tipos libres de riesgo en ocasiones mejora y en ocasiones empeora la estabilidad financiera.

V.3.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

La pérdida mínima que puede producirse en un sistema de unidades financiadas puede definirse como:

$$P_s \text{ Mínima} = Sd_s - B_s = Sd_s - S_s + \text{Min} \left(\frac{S_c(1 + i_{rf}) - Sd_s}{(1 + i_{rf})} ; \frac{Su_s - K_s}{(1 + i_{rf})} \right)$$

La pérdida máxima que puede producirse en un sistema de unidades financiadas puede definirse como:

$$P_s \text{ Máxima} = Sd_s - B_s = Sd_s - S_s + \text{Max} \left(\frac{(S_s(1 + i_{rf}) - K_s)}{(1 + i_{rf})}; 0 \right)$$

El siguiente cuadro refleja los efectos sobre la estabilidad financiera (en su dimensi3n de pérdida absoluta) de la variaci3n de las variables independientes del modelo que planteamos:

- Los incrementos en la suma de los valores actuales del activo del sistema (S_s) y en la suma de su apalancamiento (K_s) resultan neutros o empeoran la estabilidad financiera.
- Los incrementos en la suma de los valores futuros de los activos de sistema, caso de éxito (Su_s) y caso de fracaso (Sd_s), resultan neutros o mejoran la estabilidad financiera.
- Los incrementos la tasa de interés sin riesgo del sistema (i_{rf}) en ocasiones mejoran, en ocasiones empeoran y en ocasiones resultan neutros para la estabilidad financiera.

Cuadro V.1

Variaci3n de S	Derivada de Pérdida Mínima	–
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	-1
	Derivada de Pérdida Máxima	
	$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	-1
	$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	0
Variaci3n de Su	Derivada de Pérdida Mínima	–
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	+1/(1 + i_{rf})
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	0
	Derivada de Prdida Máxima	
	$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	0
	$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	0
Variaci3n de Sd	Derivada de Prdida Mínima	–
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	+1
	Derivada de Prdida Máxima	
	$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	+1
	$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	+1
Variaci3n de K	Derivada de Prdida Mínima	–
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	-1/(1 + i_{rf})
	Derivada de Prdida Máxima	
	$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	0
	$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	-1/(1 + i_{rf})

Variación de i_{rf}	Derivada de Pérdida Mínima	–
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) < Su_s + Sd_s$	0
	$K_s + S_s(1 + i_{rf}) > Su_s + Sd_s$	$-\frac{(Su_s - K_s)}{(1 + i_{rf})^2}$
	Derivada de Pérdida Máxima	
	$S_s(1 + i_{rf}) < K_s$	$-\frac{Sd_s}{(1 + i_{rf})^2}$
	$S_s(1 + i_{rf}) > K_s$	$+\frac{K_s - Sd_s}{(1 + i_{rf})^2}$

CAPÍTULO VI.

ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA II: LA CONCENTRACIÓN.

CAPÍTULO VI.- ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA II: LA CONCENTRACIÓN..

El segundo de los elementos básicos que utilizamos para caracterizar la estabilidad de un sistema de unidades financiadas es el nivel de concentración de las pérdidas entre las unidades del sistema. Un sistema será más inestable si es susceptible de sufrir concentraciones de pérdidas mayores que otros. La gravedad de una crisis variará si, para una misma cantidad de pérdidas a asumir por el conjunto del sistema, estas se distribuyen de forma homogénea entre todas las unidades del sistema financiero o, por el contrario, si se concentran en unas pocas de las unidades que lo integran. Unas pérdidas más distribuidas son unas pérdidas susceptibles de ser absorbidas de una manera menos traumática, por un sistema financiero, que unas pérdidas más concentradas.

De hecho, buena parte de los instrumentos utilizados habitualmente para la resolución de crisis financieras (fondos de garantía de depósitos, fusiones, ayudas públicas,...) suponen, en el fondo, la desconcentración de pérdidas; habitualmente se habla de mutualización. Debe recordarse que las crisis financieras preocupan por la externalización de sus efectos dentro del sector (contagio), en primera instancia; o fuera del mismo (al afectar a la economía real), en segunda instancia.

El análisis de las concentraciones es considerado por la literatura como uno de los elementos clave para realizar una adecuada supervisión macro-prudencial. Así, para Borio (2009) la supervisión macro-prudencial tiene dos dimensiones: (i) "Cross Sectional Dimensión" referida a la concentración y (ii) "Time Dimensión" referida a la prociclicidad. El análisis de la concentración se centra en el control de existencia de exposiciones comunes (correlacionadas) dentro del sistema. Busca analizar la aportación de cada unidad individual al riesgo del sistema (probabilidad de default, tamaño y exposición al riesgo sistémico). Busca identificar instituciones sistémicas. Sin embargo, la literatura todavía sigue buscando una metodología comúnmente aceptada para su medición y gestión.

Esta falta de acuerdo hace que existan diversas aproximaciones en la literatura sobre el riesgo de concentración. Muchas de ellas se centran en dos cuestiones fundamentales: cómo se mide y cómo se distribuyen entre las unidades de un sistema las exigencias de mayor capital por este riesgo. A su vez, la mayor parte de la literatura sobre medición puede ser agrupada en dos líneas. La primera línea, orientada a las entidades individuales, tiene que ver con la concentración a efectos de gestión de carteras. Resultan clásicas las aproximaciones al problema realizadas por Gupton (1997), referidas a la herramienta Creditmetric. Este autor define el riesgo de concentración como el riesgo adicional de una cartera resultante del incremento de la exposición en un obligado o un grupo de obligados correlacionados entre sí (industria, localización,...).

La segunda línea, orientada a los sistemas de entidades, se refiere a la concentración por tamaño de las entidades; considera más o menos concentrado un sistema en función del tamaño de las entidades que lo componen. En este sentido, puede citarse a Beck, Demirgüç-Kunt, y Levine (2004), quienes estudian el impacto de la concentración bancaria, la regulación bancaria y las instituciones nacionales en la probabilidad de crisis bancaria. Encuentran que las crisis bancarias son más probables en economías con sistemas bancarios más concentrados (también que las políticas regulatorias y las instituciones que reducen la competencia se asocian a incrementos de la fragilidad).

También existen trabajos empíricos que describen el papel del riesgo de concentración en diversas crisis financieras. Por ejemplo, Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2004) documenta entre las causas de las crisis el riesgo de concentración, normalmente en el sector inmobiliario, en 9 de las 13 crisis analizadas.

El segundo de los problemas a que nos enfrenta el riesgo de concentración es que no bastaría con cuantificarlo a nivel sistema, sino que es necesario distribuir los incrementos en el capital necesarios entre el conjunto de entidades que componen el mismo. Existen diversas aproximaciones para resolver este problema, todas ellas bastante recientes. Así, Segoviano y Goodhart (2009) consideran el riesgo sistémico en base a una cartera de entidades y proponen, como sistema de distribuir el riesgo sistémico entre unidades individuales, analizar la probabilidad condicional de que quiebre un banco más, dado el default particular de un banco. Otra aportación relevante es realizada por Tarashev, Borio y Tsatsaronis (2009) y Tarashev, Borio y Tsatsaronis (2010) quienes distribuyen el riesgo de concentración entre los individuos del colectivo utilizando la teoría de juegos, basándose en el “Shapley Value”.

A efectos de nuestro trabajo, importa destacar que la nota característica de la literatura, consiste en referirse al activo. Así, cuando se habla de “concentración” en un sistema financiero se pone el acento bien en el tamaño del activo de las entidades, bien en la concentración de los riesgos asumidos por el activo de las entidades.

Sin embargo, desde nuestro punto de vista, si queremos analizar los efectos sistémicos de la concentración, debemos poner el foco de atención en el pasivo. Con esto, movemos el centro del debate, desde la “concentración recibida” a la “concentración transmitida”, lo que resulta mucho más relevante a efectos de estabilidad financiera.

No tiene por qué existir correlación entre el impacto recibido en el activo y el efecto transmitido a los bonistas, debido a que la estructura de capital entre las distintas unidades puede ser muy diversa. Esto hará que, aunque dos unidades de similar tamaño reciban dos impactos iguales en su activo, los efectos sistémicos transmitidos por cada una de las unidades pueda ser muy diverso, consecuencia de lo cual las pérdidas podría concentrarse en los bonistas de una única unidad.

Concentración de activo no equivale a concentración en el pasivo y lo relevante para el sistema es la concentración en transmitida a los tenedores de los pasivos. Si nos centramos en el activo, vemos la concentración del impacto, pero no la concentración de las consecuencias sistémicas del mismo.

Para entender esto mejor, podemos buscar un paralelismo con lo que sucede con los terremotos. Lo que verdaderamente nos preocupa de los terremotos es el número de víctimas. Dados dos terremotos de una misma intensidad, si uno sucede en un país muy preparado para soportar terremotos, el número de víctimas puede ser cero. Un terremoto de la misma intensidad en un país menos preparado para soportar terremotos puede producir una catástrofe humanitaria.

VI.1.- MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN.

En este apartado, vamos a elaborar un concepto de concentración y un método para su medición.

Dadas las precisiones anteriores, para definir la concentración sistémica partimos del concepto de pérdida para los bonistas que sería, como hemos visto en el capítulo anterior, la diferencia entre lo que recibe, caso de fracaso, y lo que ha invertido. Así, la pérdida de los bonistas de la unidad n sería $P_n = Sd_n - B_n = Sd_n - S_n + C_n$.

La pérdida transmitida, así definida, no mide directamente la concentración recibida, pero sí considera en sus cálculos la concentración recibida ($Sd-S$), ya que incluye en su formulación algebraica el impacto recibido por el activo del sistema. Así, el concepto de concentración que aquí proponemos puede expresarse como sigue:

Concentración transmitida = Concentración recibida – Capacidad de absorción.

Aunque no hemos encontrado antecedentes en literatura analizada sobre esta formulación de la concentración, si es cierto que este concepto de concentración transmitida enlaza con alguna literatura, que indica que la característica más clara de un sistema estable es que amortigua los shocks más que amplificarlos. Puede verse en este sentido Allen y Wood (2006).

Aplicando aquella idea sobre nuestro modelo, en un sistema compuesto por dos unidades financiadas, la concentración sería nula si las pérdidas se reparten en proporción a lo que cada bonista ha invertido. La concentración será mayor en la medida en que este reparto varíe y un bonista sufra más pérdidas que las que le corresponderían en función del montante invertido en el bono.

Así, para analizar la concentración precisamos usar los conceptos de pérdida real y pérdida teórica:

- La “pérdida real” vendría definida por la diferencia entre lo que un bonista recibe, caso de fracaso, por un lado, y lo que ha invertido, por otro lado. Así, la pérdida real de la unidad 1, perteneciente a un sistema de unidades financiadas, sería: $P_{1R} = Sd_1 - B_1 = Sd_1 - S_1 + C_1$.
- La “pérdida teórica” sería lo que el bonista debería haber perdido en proporción a lo que valor inicial del bono de una unidad representa respecto del valor total de los bonos del sistema. Así, la pérdida teórica para la unidad 1 sería: $P_{1T} = (Sd_S - B_S) * (B_1 / B_S)$.

Cuando pérdida teórica y pérdida real arrojan valores similares para una de las unidades del sistema, la concentración de ese sistema es baja. Cuanto mayor sea la diferencia, mayor será la concentración del sistema.

Así, proponemos medir la concentración de una unidad mediante el “Índice Individual de Concentración” (IIC) que se define como la diferencia entre las pérdidas, real y teórica, de esa unidad, en el momento 1.

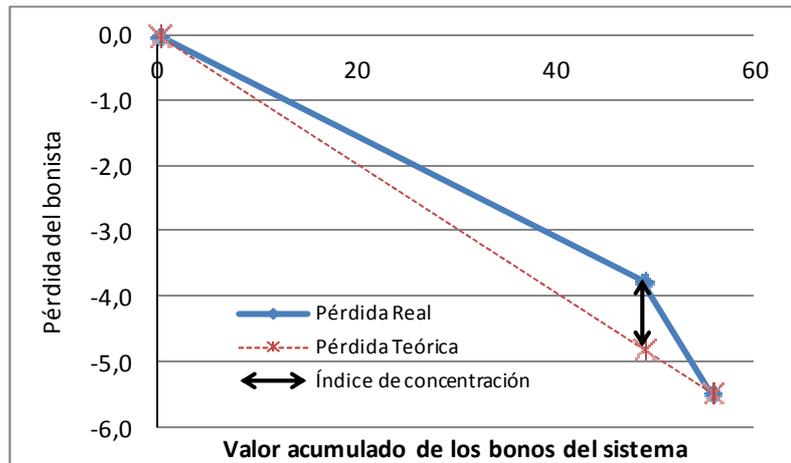
$$IIC = P_{1R} - P_{1T} = Sd_1 - B_1(1 + i_{rf}) - \left(Sd_S - B_S(1 + i_{rf}) \right) * \frac{B_1}{B_S} = Sd_1 - Sd_S * \frac{B_1}{B_S} \\ = \frac{Sd_1 B_2 - Sd_2 B_1}{B_1 + B_2}$$

$IIC = Sd_1 - Sd_S * \frac{B_1}{B_S} = \frac{Sd_1 B_2 - Sd_2 B_1}{B_1 + B_2}$

Un ejemplo, servirá para aclarar la definición. Supongamos que un sistema financiero está constituido por dos unidades $C_1 = f(50; 55; 45; 53; 3\%) = 1,26$ y $C_2 = f(50; 54; 5; 7; 3\%) = 43,30$. El consolidado del sistema será $C_c = f(100; 109; 50; 60; 3\%) = 42,73$. La pérdida real del bonista 1 sería $P_{1R} = 45 - 50 + 1,26 = -3,74$. La pérdida teórica del bonista 1 sería $P_{1T} = (50 - 100 + 44,56) * ((50 - 1,26) / (100 - 44,56)) = -4,78$. El Índice Individual de Concentración será $IC = -3,74 + 4,78 = +1,04$.

El siguiente gráfico ilustra el cálculo de la concentración del sistema.

Gráfico VI.1



La interpretación del Índice Individual de Concentración es simple. Para el caso que nos ocupa, significa que una de las unidades del sistema tiene una pérdida 1,04 unidades monetarias menor (y la otra unidad, mayor) que la pérdida que le correspondería en el caso de que las pérdidas se distribuyeran de forma proporcional al volumen que el valor inicial del bono de cada unidad representa en la suma de los valores iniciales de todos los bonos del sistema.

Podemos definir la concentración como la mayor o menor pérdida que sufren los bonistas de una unidad, caso de fracaso, respecto de la pérdida que le correspondería si las pérdidas totales del sistema se distribuyesen de forma proporcional al peso del valor actual de los bonos de la unidad en los bonos totales del sistema.

Puede demostrarse que el orden en que tomamos las unidades influye en el signo del Índice Individual de Concentración, aunque no en su valor absoluto. En este trabajo, ordenamos las unidades del sistema tomando en primer lugar la unidad que acumula menos pérdidas respecto a las que teóricamente le correspondería. De esta manera, el signo del Índice Individual de Concentración siempre resulta positivo.

También puede demostrarse que si dividimos el Índice Individual de Concentración entre la suma de las pérdidas de todas las unidades del sistema obtenemos el índice de Gini, en la mayor parte de los casos.

Sin embargo, no nos resulta útil recurrir al Índice de Gini para medir la concentración del sistema dado que los valores acumulados de los bonos de las unidades del sistema pueden variar para un mismo sistema consolidado dado que, como hemos visto, cada sistema consolidado tiene un capital suma máximo y un capital suma mínimo. Es decir, la línea que representa la Pérdida Teórica puede variar su longitud para unos mismos valores consolidados, en función de los

distintos precios que pueden alcanzar los bonos las unidades que lo componen. Por ello, el divisor utilizado para calcular el coeficiente de Gini puede variar entre los distintos valores alternativos que pueden adoptar las unidades de un sistema, lo que hace que los valores sean poco comparables.

El Índice Individual de Concentración mide la concentración en términos absolutos, lo que puede representar un problema a la hora de comparar las concentraciones de distintos sistema financiados.

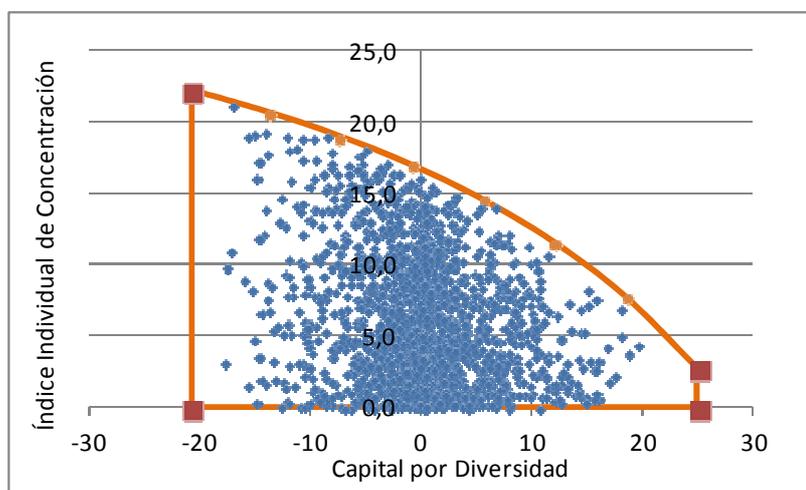
La relativización de este índice la conseguimos haciendo que, para cada sistema, el valor de los activos consolidados sea 100, y que el resto de valores del sistema se expresen en base 100, en función de la proporción de su tamaño con el valor del activo consolidado.

Hasta aquí hemos analizado el valor que la concentración puede alcanzar en un sistema compuesto por dos unidades financiadas. Sin embargo, a lo largo de este trabajo, intentaremos conocer la estabilidad financiera potencial de un sistema del que sólo conocemos sus valores agregados, pero del que no conocemos el detalle de las unidades que lo forman.

También sabemos que, en nuestro modelo, no toda unidad es posible. Sólo son posibles unidades que realicen una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros.

Podemos analizar la forma de la distribución que, para unos mismos valores consolidados, pueden tomar las distintas combinaciones de las unidades que lo componen, en función del capital por diversidad de cada una de las combinaciones de unidades posibles (para un determinado sistema consolidado). En el siguiente gráfico, aparece un ejemplo de una de las formas más típicas que puede adoptar esta distribución.

Gráfico VI.2



La distribución cuenta con las siguientes características:

- El valor máximo de la distribución siempre coincide con el Capital por Diversidad Mínimo.
- Las líneas que describen el perímetro de la distribución son rectas, salvo la línea de los mayores valores que puede alcanzar el ICC para cada valor del Capital por Diversidad.
- El máximo valor que puede adoptar el Índice Individual de Concentración para cada valor del Capital por Diversidad puede describirse mediante una función cuya pendiente siempre es negativa o cero.
- Para cualquier sistema financiero pueden existir unidades cuyo IIC es cero. Para demostrarlo, basta con que los valores S, Su, Sd y K de cada unidad del sistema sean la mitad de los consolidados: $S_1 = \frac{S_s}{2}$; $Su_1 = \frac{Su_s}{2}$; $Sd_1 = \frac{Sd_s}{2}$; $K_1 = \frac{K_s}{2}$. En tal caso, siempre se cumplen las condiciones de una gestión eficiente de los riesgos financieros, por lo que tal caso siempre puede existir en un sistema sometido a una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros.

Continuando con el análisis de esta distribución, podemos definir cuáles son las unidades de cada uno de los 4 puntos que representan los vértices de la distribución (en el gráfico en rojo) y la línea que define los máximos IIC para cada CD:

1.- Punto superior izquierdo.

El valor que tienen que adoptar las unidades de un sistema para situarse en el punto superior izquierdo de la distribución anterior los valores de una de las unidades han de ser los siguientes (supongamos que tales valores los adopta la unidad 1).

$$S_1 = \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})}; Su_1 = \text{Min} \left(Su_s + \left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s \right) (1 + i_{rf}); Su_s - K_s + Sd_s \right); Sd_1 = Sd_s; K_1 = Sd_s .$$

Los valores de la unidad 2 serán la diferencia entre los valores consolidados y los valores de la unidad 1. Así, $S_2 = S_s - S_1$; $Su_2 = Su_s - Su_1$; $Sd_2 = Sd_s - Sd_1$; $K_2 = K_s - K_1$.

2.- Punto superior derecho.

El valor que tienen que adoptar las unidades de un sistema para situarse en el punto superior derecho de la distribución anterior los valores de una de las unidades han de ser los siguientes (supongamos que tales valores los adopta la unidad 1).

$$S_1 = \text{Min} \left(S_S; \frac{Su_S - K_S + Sd_S}{(1 + i_{rf})} \right); Su_1 = S_1(1 + i_{rf})$$

$$= \text{Min} (S_S(1 + i_{rf}); Su_S - K_S + Sd_S); Sd_1 = Sd_S; K_1 = Sd_S$$

Los valores de la unidad 2 serán la diferencia entre los valores consolidados y los valores de la unidad 1. Así, $S_2 = S_S - S_1$; $Su_2 = Su_S - Su_1$; $Sd_2 = Sd_S - Sd_1$; $K_2 = K_S - K_1$.

3.- Punto inferior izquierdo.

El valor que tienen que adoptar las unidades de un sistema para situarse en el punto inferior izquierdo de la distribución anterior los valores de una de las unidades han de ser los siguientes (supongamos que tales valores los adopta la unidad 1).

$$S_1 = 0; Su_1 = \text{Min} (Su_S - S_S(1 + i_{rf}); Su_S - K_S); Sd_1 = 0; K_1 = 0$$

Los valores de la unidad 2 serán la diferencia entre los valores consolidados y los valores de la unidad 1. Así, $S_2 = S_S - S_1$; $Su_2 = Su_S - Su_1$; $Sd_2 = Sd_S - Sd_1$; $K_2 = K_S - K_1$.

4.- Punto inferior derecho.

El valor que tienen que adoptar las unidades de un sistema para situarse en el punto inferior izquierdo de la distribución anterior los valores de una de las unidades han de ser los siguientes (supongamos que tales valores los adopta la unidad 1).

$$S_1 = \text{Max} \left(\frac{Su_S}{(1 + i_{rf})}; S_S - \frac{Su_S - K_S}{(1 + i_{rf})} \right); Su_1 = K_S; Sd_1 = Sd_S; K_1 = K_S$$

Los valores de la unidad 2 serán la diferencia entre los valores consolidados y los valores de la unidad 1. Así, $S_2 = S_S - S_1$; $Su_2 = Su_S - Su_1$; $Sd_2 = Sd_S - Sd_1$; $K_2 = K_S - K_1$.

5.- Línea de máximos.

También podemos deducir la ecuación que define la línea que une los dos puntos superiores de la distribución. Es la línea que describe los valores máximos que puede adoptar cada IIC (IIC Máximo) para cada valor de Capital por Diversidad.

$$\text{IIC Máximo} = P_{1R} - P_{1T} = Sd_S * \frac{B_2}{B_S}$$

También puede demostrarse que en el IIC Máximo se cumple que $B_1 = \frac{Sd_S}{(1+i_{rf})}$

No obstante, lo que nos interesa es expresar a IIC Máximo como función del Capital por Diversidad (CD), dado que en nuestro gráfico utilizamos el CD en el eje de abscisas.

$$\text{ICC Máximo} = P_{1R} - P_{1T} = Sd_C * \frac{B_2}{B_S} = Sd_S * \frac{B_S - B_1}{B_S} = Sd_S * \left(1 - \frac{\frac{Sd_S}{(1+i_{rf})}}{S_S - C_S}\right).$$

Como $CD = C_S - C_{con}$, entonces, el máximo ICC que puede alcanzarse dentro del sistema, para los conjuntos de unidades que potencialmente pueden componerlo cuyo Capital por Diversidad sea igual a CD, será:

$$\text{IIC Máximo}_{CD,S} = Sd_S * \left(1 - \frac{\frac{Sd_S}{(1+i_{rf})}}{S_S + CD - C_{con}}\right).$$

Hasta aquí, hemos visto cuál es el máximo valor que puede alcanzar la concentración individual para cada valor del Capital por Diversidad (CD). Resulta muy interesante conocer el máximo valor que puede alcanzar, en un sistema dado, el Índice de Concentración Individual. Este valor lo podemos conocer sustituyendo, en la fórmula anterior, el Capital por Diversidad Mínimo, ya que es en el punto superior izquierdo donde IIC alcanza su mayor valor (recuérdese el Gráfico VI.2 y las características descritas de la distribución)⁷⁵.

⁷⁵ Dado que $\text{ICC Máximo} = Sd_S * \left(1 - \frac{Sd_S}{S_S - C_S}\right)$ y que $C_{Min} = \text{Max}\left(\frac{S_S(1+i_{rf}) - K_S}{(1+i_{rf})}; 0\right)$, entonces

$$\text{IIC Absoluto}_S = Sd_S * \left(1 - \frac{Sd_S}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}), K_S)}\right)$$

Partiendo de $IIC = Sd_1 - Sd_S * \frac{B_1}{B_S}$ podemos llegar a IIC Absoluto del siguiente modo. $IIC =$

$$Sd_1 - Sd_S * \frac{B_1}{B_S} = Sd_1 - Sd_S * \frac{S_1 - \frac{(Su_1 - K_1)}{(Su_1 - Sd_1)} \left(S_1 - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})}\right)}{S_S - \text{Max}\left(S_S - \frac{K_S}{(1+i_{rf})}, 0\right)}.$$

Considerando esta ecuación, para que

IIC sea lo más elevado posible tiene que cumplirse, considerando las restricciones de una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros, debe cumplirse que:

- a) Sd_1 tienen que ser lo más elevado posible: $Sd_1 = Sd_S \Rightarrow Sd_2 = 0$.

$$IIC \text{ Absoluto}_S = Sd_S * \left(1 - \frac{Sd_S}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}), K_S)}\right)$$

Resulta interesante conocer las probabilidades de éxito y fracaso de cada una de las dos unidades que integran el sistema financiado en el que se alcanza el IIC Absoluto de un sistema dado.

Para ello, partimos de los valores que configuran cada una de las dos unidades (vista anteriormente) y que son:

- $S_1 = \frac{Sd_S}{(1+i_{rf})}$; $Su_1 = \text{Min}\left(Su_S + \left(\frac{Sd_S}{(1+i_{rf})} - S_S\right)(1+i_{rf}); Su_S - K_S + Sd_1\right)$; $Sd_1 = Sd_S$; $K_1 = Sd_S$.
- Los valores de la unidad 2 serán la diferencia entre los valores consolidados y los valores de la unidad 1. Así, $S_2 = S_S - S_1$; $Su_2 = Su_S - Su_1$; $Sd_2 = Sd_S - Sd_1$; $K_2 = K_S - K_1$. Por lo que $S_2 = S_S - \frac{Sd_S}{(1+i_{rf})}$; $Su_2 = \text{Max}\left(S_S(1+i_{rf}) - Sd_S; K_S - Sd_S\right)$; $Sd_2=0$; $K_2=K_S - Sd_S$

También recordaremos que la probabilidad de éxito del activo, con la del capital y la del bono y es $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf}) - Sd}{Su - Sd}$. Por tanto, la probabilidad de fracaso será $1 - \alpha_s = \frac{Su - S(1+i_{rf})}{Su - Sd}$

b) S_1 tienen que ser lo más reducido posible: $S_1 = \frac{Sd_S}{(1+i_{rf})} \Rightarrow S_2 = S_S - \frac{Sd_S}{(1+i_{rf})}$.

c) K_1 tienen que ser lo más reducido posible: $K_1 = Sd_1 = Sd_S \Rightarrow K_2 = K_S - Sd_S$.

d) Como $Su_1 > \text{Max}(S_1(1+i_{rf}); K_1) \Rightarrow Su_1 > \text{Max}(S_1(1+i_{rf}); K_1) = Sd_S$ y $Su_2 > \text{Max}(S_2(1+i_{rf}); K_2) \Rightarrow Su_2 > \text{Max}(S_S(1+i_{rf}) - Sd_S; K_S - Sd_S)$, y dado que analizando la ecuación IIC, Su_2 debe ser lo más reducido posible, entonces $Su_2 = \text{Max}(S_S(1+i_{rf}) - Sd_S; K_S - Sd_S)$ y $Su_1 = \text{Min}(Su_S - S_1(1+i_{rf}) + Sd_S; Su_1 - K_S + Sd_S)$.

Si sustituimos los valores de (S_1, Su_1, Sd_1, K_1) en la ecuación $IIC = Sd_1 - Sd_S * \frac{B_1}{B_S}$ obtenemos

que $IIC \text{ Absoluto}_S = Sd_S * \left(1 - \frac{Sd_S}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}), K_S)}\right)$. Así, $IIC = Sd_1 - Sd_S * \frac{B_1}{B_S} = Sd_1 - Sd_S * \frac{\frac{Sd_S}{(1+i_{rf})} \text{Min}(Su_S - S_S(1+i_{rf}) + Sd_S; Su_1 - K_S + Sd_S) - Sd_S \left(\frac{Sd_S}{(1+i_{rf})} - S_S\right)}{S_S - \text{Max}\left(S_S - \frac{K_S}{(1+i_{rf})}, 0\right)} = Sd_S * \left(1 - \frac{Sd_S}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}), K_S)}\right)$.

Por tanto, la probabilidad de fracaso en la unidad 1 del par de unidades que general al IIC Absoluto será $1 - \alpha_s = \frac{Su - S(1+i_{rf})}{Su - Sd} =$

$$= \frac{\text{Min}\left(Su_S + \left(\frac{Sd_S}{(1+i_{rf})} - S_S\right)(1+i_{rf}); Su_S - K_S + Sd_1\right) - \frac{Sd_S}{(1+i_{rf})}(1+i_{rf})}{\text{Min}\left(Su_S + \left(\frac{Sd_S}{(1+i_{rf})} - S_S\right)(1+i_{rf}); Su_S - K_S + Sd_1\right) - Sd_S} = 100\%$$

Por su parte, la probabilidad de fracaso de la unidad 2 de ese sistema será $1 - \alpha_s = \frac{\text{Max}(0; K_S - S_S(1+i_{rf}))}{\text{Max}(S_S(1+i_{rf}) - Sd_S; K_S - Sd_S)}$. Por ello su rango de probabilidades de fracaso podrá situarse entre 0% y 100%, en función de los valores que adopte el sistema consolidado.

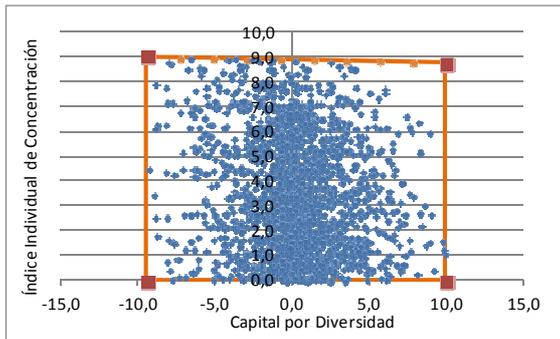
Una vez conocida la ecuación de la línea que describe los valores máximos de la distribución y conociendo que el resto de líneas que describen los valores extremos de la distribución son líneas rectas, mediante cálculo integral sencillo, tomando como variable de integración el capital por diversidad (CD) podemos conocer el área de la distribución.

$$\begin{aligned} \text{Área IIC Máximo} &= \int [Sd_S * (1 - \frac{Sd_S}{S_S - C_S})]d(CD) = Sd_S C_S + \frac{Sd_S \ln(S_S - C_S)}{(1 + i_{rf})} \\ \text{Área IIC Máximo} &= \int_{CD_{\text{Min}}}^{CD_{\text{Max}}} [Sd_S * (1 - \frac{Sd_S}{S_S - CD - C_{\text{con}}})]d(CD) \\ &= \int \text{Área IIC Máximo } d(CD_{\text{Max}}) - \int \text{Área IIC Máximo } d(CD_{\text{Min}}) \\ &= Sd_S(CD_{\text{Max}} - CD_{\text{Min}}) + \frac{Sd_S^2}{(1 + i_{rf})} \ln\left(\frac{CD_{\text{Max}} - S_S}{CD_{\text{Min}} - S_S}\right) \end{aligned}$$

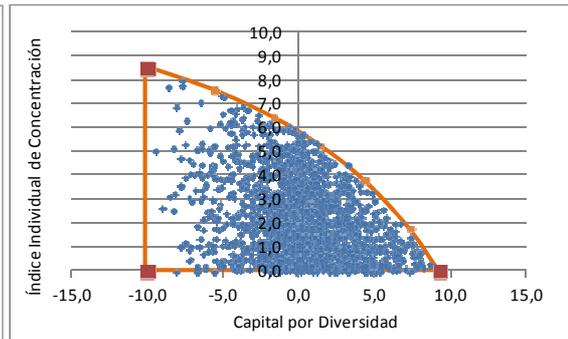
En los dos siguientes gráficos, se aprecian los IIC de los distintos sistemas que pueden existir en dos sistemas consolidados, en función de cada CD posible. Pese a que en ambos el ICC máximo ronda el valor 9, en el primero de ellos, este valor puede alcanzarse para cualquier Capital por Diversidad, mientras que en el otro sólo se alcanza para los sistemas menos capitalizados.

Gráfico VI.3
Mayor concentración potencial

Gráfico VI.4
Menor concentración potencial



$$C_{con}=f(100;105;10;80;3\%)=57,03$$



$$C_{con}=f(100;200;15;35;3\%)=76,20$$

El riesgo por concentración sería menor en el sistema descrito en el gráfico de la derecha, que el descrito en el gráfico de la izquierda ya que, en el gráfico de la izquierda, cualquier capital consolidado del sistema puede alcanzar un índice de concentración elevado, mientras que, en el gráfico de la derecha, sólo pueden alcanzarlo sistemas con capitales suma bajos.

A fin de hacer esta medida de concentración comparable entre distintos sistemas proponemos calcular el porcentaje del área máxima que podría ocupar la distribución realmente ocupa. El área máxima vendría definida por un rectángulo en el que uno de sus lados sería la diferencia entre los capitales por diversidad máximos y mínimos; y el otro de los lados sería la ICC Máxima. El área de este rectángulo sería el Área ICC Máxima.

$$\text{Área ICC Máxima} = \text{Diferencia de capitales por diversidad} * \text{ICC Absoluto} = (CD_{Max} - CD_{Min}) * \text{IIC Absoluto}$$

Llamaremos Índice de Concentración Potencial (%ICP) al cociente entre el Área IIC y el Área IIC Máxima.

$$\%ICP = \frac{\text{Área ICC}}{\text{Área ICC Máxima}} = \frac{Sd_c \left(CD_{Max} - CD_{Min} + \frac{Sd_s \ln \left(\frac{CD_{Max} - S_s}{CD_{Min} - S_s} \right)}{(1 + i_{rf})} \right)}{(CD_{Max} - CD_{Min}) \left(1 - \frac{Sd_s}{\text{Min}(S_s(1 + i_{rf}), K)} \right)}$$

En los casos anteriores, el %ICP alcanzaría el valor 99,82% en el Gráfico VI.3 y el valor 63,79% en el Gráfico VI.4.

VI.2.- CONCENTRACIÓN: CONSECUENCIAS PARA LA POLÍTICA DE ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL.

Al igual que sucede con la pérdida absoluta, también respecto de la concentración pueden identificarse las consecuencias que puede tener, para este componente de la estabilidad financiera potencial, la modificación del entorno en el que desarrollan su actividad las unidades de un sistema.

Por ello, limitamos el análisis a plantear las consecuencias generales que tienen sobre la concentración (medida a través de los dos índices descritos: IIC Absoluto y %ICP) las modificaciones de las cinco variables independientes del modelo ya conocidas (S ; S_u ; S_d ; K ; i_{rf}).

Previamente debemos indicar que, al igual que sucedía para la pérdida absoluta, puede demostrarse que los resultados correspondientes al IIC Absoluto son extrapolables a sistemas con más de dos unidades. Podemos considerar que la unidad 1 es en realidad un subsistema compuesto por dos unidades y la unidad 2 es otro subsistema compuesto por otras dos unidades. Es decir tendríamos un sistema compuesto por cuatro unidades. Procedemos a aplicar a ambos subsistemas de las condiciones extremas que deben cumplirse para que el sistema adopte los valores del punto superior izquierdo de la distribución que, recordemos son:

$$S_1 = \frac{S_d_s}{(1 + i_{rf})}; S_{u_1} = \text{Min} \left(S_{u_s} + \left(\frac{S_d_s}{(1 + i_{rf})} - S_s \right) (1 + i_{rf}); S_{u_s} - K_s + S_d_s \right); S_{d_1} = S_d_s; K_1 = S_d_s$$

En tal caso, el resultado de este proceso iterativo es que en cada subsistema una de las unidades adopta cero en todos sus valores y la otra replica los valores totales del subsistema al que pertenece. Por ello, al final del proceso de construcción de cuatro unidades extremas nos terminan quedando dos unidades con valor cero en todas sus variables y dos unidades con valores idénticos al valor de cada uno de los subsistemas. Es decir, que el resultado extremo de un sistema con 4 unidades queda reducido a las mismas dos unidades extremas del caso inicial. Por ello, concluimos que el IIC de un sistema es independiente del número de unidades que lo componen.

También previamente, podemos adelantar que existen dos condiciones que determinan el comportamiento de la concentración.

- $S_s(1 + i_{rf}) < K_s$
- $K_s + S_s(1 + i_{rf}) < S_{u_s} + S_d_s$

Resulta significativo, que ambas condiciones explicativas del comportamiento sean las mismas para las dos dimensiones de la estabilidad financiera vistas hasta ahora: la pérdida absoluta y la concentración.

En función de cuál sea el sentido de ambas inecuaciones comportamiento de la concentración queda condicionado ante variaciones de las cinco variables que describen el sistema y, especialmente, las no linealidades que se producen. Por ello, merece recordar la interpretación de estas inecuaciones, ya vista anteriormente.

Respecto de la primera inecuación $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$, podemos deducir, al menos, dos interpretaciones:

1ª interpretación. La condición $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ se cumple cuando el montante que se conseguiría invirtiendo el activo en deuda pública no sería suficiente para reembolsar los bonos al vencimiento.

$\text{Montante del activo si estuviese invertido en deuda pública} < \text{Valor de reembolso del bono al vencimiento}$
--

2ª interpretación. La condición $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ se cumple cuando $(1 + i_{rf}) < \text{Apalancamiento} \times (1 + i_b)$. Con un poco de álgebra podemos llegar a esa conclusión.

$$\frac{S_S(1 + i_{rf}) - B_S}{B_S} < \frac{(K_S - B_S)}{B_S}$$

$$(1 + i_{rf}) < \frac{B_S}{S_S} (1 + i_b)$$

$(1 + \text{tipo de interés sin riesgo}) < [\text{apalancamiento de la empresa}] \times (1 + \text{rendimiento del bono})$
--

Respecto de la segunda inecuación $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$, podemos deducir también, al menos, dos interpretaciones:

1ª interpretación. Con un poco de álgebra podemos transformar la expresión $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$ de la siguiente forma.

$$\frac{(K_S - B_S) - (S_{d_S} - B_S) \frac{B_S}{S_S}}{B_S} < \frac{(S_{u_S} - S_S) - (S_S(1 + i_{rf}) - S_S)}{S_S}$$

$$(i_b - \text{Sev}_b) \frac{B_S}{S_S} < i_S - i_{rf}$$

La anterior desigualdad puede interpretarse como sigue⁷⁶.

(Volatilidad del rendimiento del bono	X	apalancamiento de la empresa)	<	prima de riesgo del activo
--	---	-----------------------------------	---	----------------------------------

2ª interpretación. La inecuación $\frac{S_S(1+i_{rf}) - Sd_S}{(1+i_{rf})} < \frac{S_{US} - K_S}{(1+i_{rf})}$, puede interpretarse como $\alpha_c < \Delta_c$, es decir, como “probabilidad de éxito < delta”, ya que, $\frac{S_S(1+i_{rf}) - Sd_S}{(S_{US} - Sd_S)} < \frac{S_{US} - K_S}{(S_{US} - Sd_S)}$ donde $\alpha_c = \frac{S_S(1+i_{rf}) - Sd_S}{(S_{US} - Sd_S)}$ y $\Delta_c = \frac{S_{US} - K_S}{(S_{US} - Sd_S)}$. Recuérdese que la probabilidad de éxito puede formularse como $\alpha_c = \frac{1+i_{rf}}{1+i_c}$, como anteriormente hemos visto. La ratio delta (Δ) puede considerarse como una medida del apalancamiento financiero del sistema, ya que es la variación del BAI, consecuencia de la variación en el beneficio operativo, es decir, la variación del valor de la acción, consecuencia de la variación del precio del subyacente.

Probabilidad de éxito (α_c)	<	Delta de la opción (Δ_c)
--------------------------------------	---	-----------------------------------

Al analizar la pérdida absoluta ya hemos hecho referencia a la bibliografía relacionada con cada una de las variables implicadas en el modelo, por lo que nos remitimos a ella.

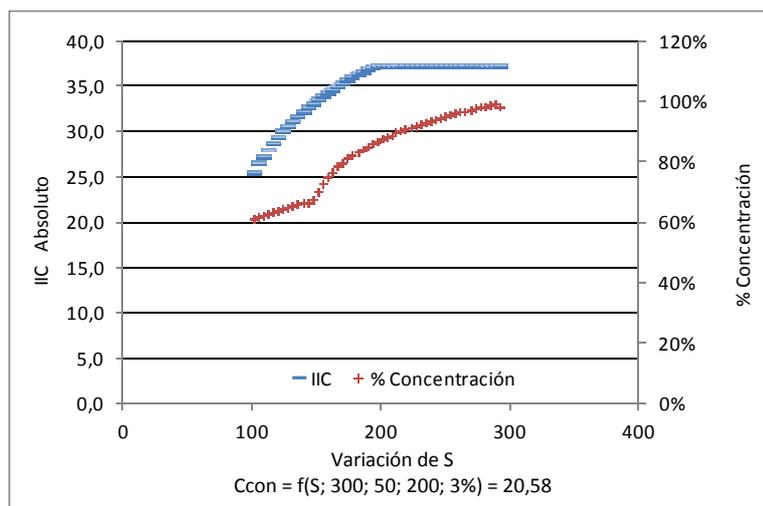
Pasamos a analizar los efectos sobre la concentración de variar cada una de las variables independientes.

1.- Variación en el valor de los activos (S).

El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos en la concentración de la variación en el valor actual de los activos del sistema.

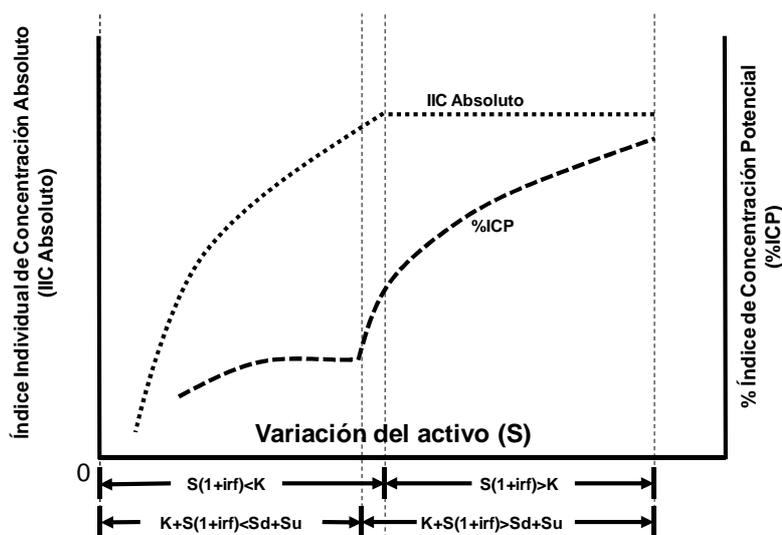
Gráfico VI.5

⁷⁶ Recuérdese que la severidad del bono tendrá normalmente signo negativo, ya que, como hemos visto $Sev_b = \frac{Sd}{S-C} - 1$



Conforme se incrementa el precio del activo, la tendencia general es hacia el incremento de la concentración, aunque existen excepciones. El siguiente cuadro generaliza la evolución de la concentración ante una variación del activo.

Gráfico VI.6



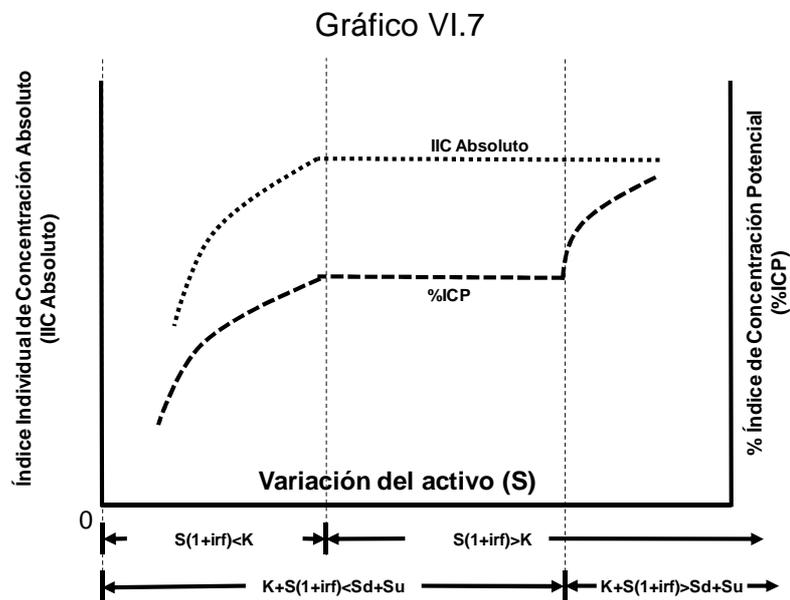
Como puede observarse, mientras $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$, el máximo absoluto del Índice Individual de Concentración que pueden alcanzar las unidades de un sistema se incrementa, conforme aumenta el valor del activo consolidado del sistema.

En el momento en que esta inecuación deja de cumplirse, un mayor incremento del valor del activo no genera crecimientos adicionales del valor de IIC máximo que puede alcanzarse en una de las unidades del sistema.

Por su parte, el porcentaje de concentración potencial (%ICP) también se incrementa conforme se incrementa el valor del activo. La pendiente del incremento es menor mientras se cumple que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < Su_S + Sd_S$.

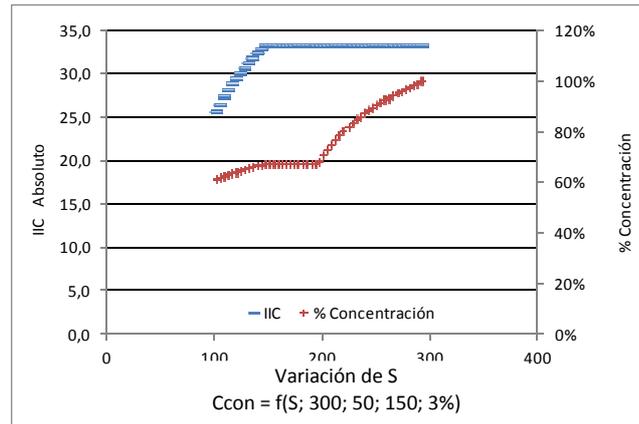
Cuando la inecuación anterior se incumple, la variación de %ICP respecto de los aumentos del valor del activo toman una pendiente positiva más acentuada, es decir, se incrementa de forma más rápida el número de unidades que pueden alcanzar valores más cercanos al IIC Absoluto conforme aumenta el valor del activo.

El gráfico anterior no refleja el caso en el que se cumple simultáneamente que $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$ y que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < Su_S + Sd_S$. Por lo que tal caso, lo reflejamos en el gráfico siguiente.



Como puede observarse cuando se cumplen simultáneamente ambas condiciones la concentración del sistema no se incrementa ante variaciones del valor del activo. El siguiente gráfico refleja un caso particular en el que se produce ese supuesto.

Gráfico VI.8



Podemos sistematizar la evolución de la concentración ante variaciones en el valor del activo en el siguiente cuadro.

Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < Su_S + Sd_S$	Positiva (*)	Cero
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > Su_S + Sd_S$	Positiva (*)	Cero
Pendiente %ICP	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < Su_S + Sd_S$	Positiva (**)	Cero
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > Su_S + Sd_S$	Positiva (**)	Positiva (**)

(*) La derivada de IIC Absoluta respecto de S_c es $\frac{\delta IIC Absoluta}{\delta S_S} = \frac{Sd_S^2(1+i_{rf})}{Min(S_S(1+i_{rf}); K_S)^2}$

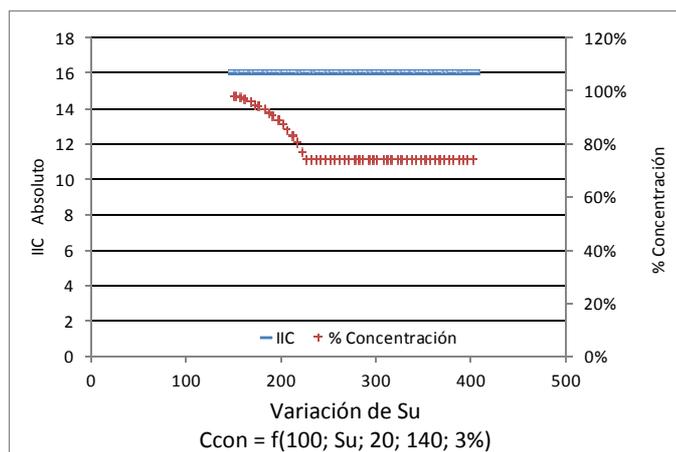
(**) La derivada de %ICP respecto de S_c resulta muy complicada, por lo que no incluimos su formulación.

En resumen, el incremento del valor de los activos del sistema (S) tiene el efecto, bien nulo, bien de empeorar la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.

2.- Variación en el valor futuro de los activos, caso de éxito (Su).

Se trata de un supuesto en el que se incrementa el valor de la prima de riesgo de los activos del sistema, ya que el resto de las variables independientes del mismo, incluida la tasa de interés sin riesgo, se mantienen constantes. El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el valor futuro de los activos.

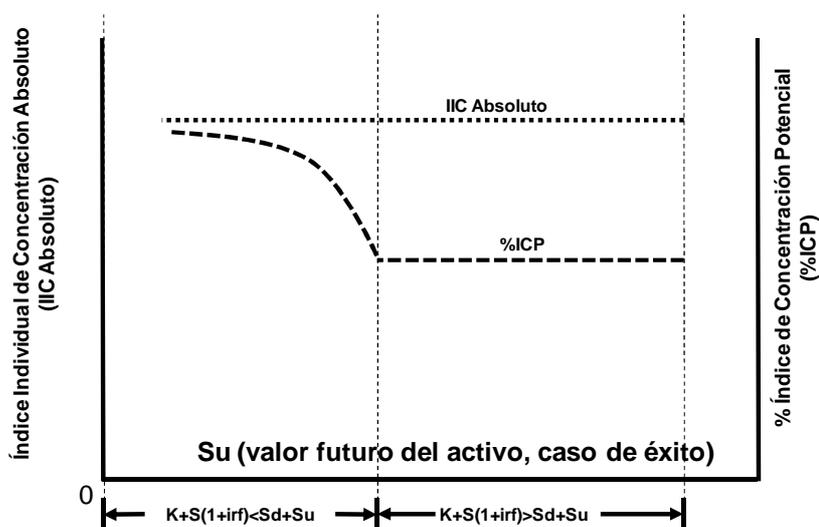
Gráfico VI.9



Como puede observarse el IIC Absoluto no varía conforme se modifica el valor de Su.

Respecto de %ICP, este se reduce mientras se cumple, al igual que en el caso anterior, que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) > Su_S + Sd_S$. El gráfico general que refleja el comportamiento de la concentración ante la variación de Su es el siguiente.

Gráfico VI.10



Podemos sistematizar la evolución de la concentración ante variaciones en el valor futuro del activo, caso de éxito, en el siguiente cuadro.

Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < Su_S + Sd_S$	Cero (*)	Cero (*)
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > Su_S + Sd_S$	Cero (*)	Cero (*)
Pendiente %ICP	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$

$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < Su_S + Sd_S$	Negativa (**)	Negativa (**)
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > Su_S + Sd_S$	Cero (*)	Cero (*)

(*) La derivada de IIC Absoluta respecto de SuS es $\frac{\delta IIC \text{ Absoluta}}{\delta Su_S} = 0$.

(**) La derivada de %ICP respecto de Sus resulta muy complicada, por lo que no incluimos su formulación.

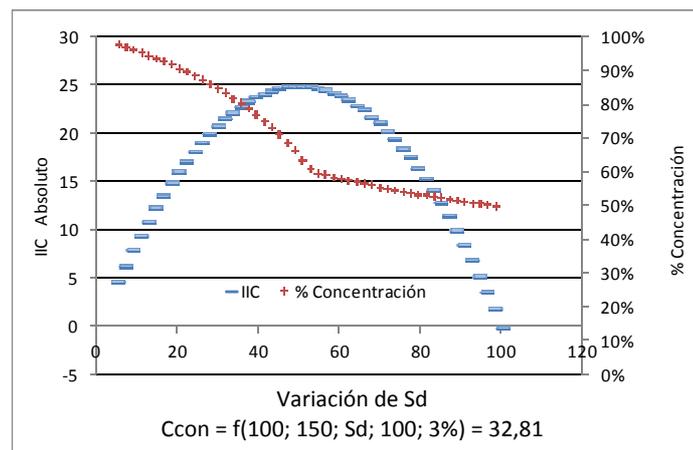
Así, la variación de Su no altera el valor de IIC Absoluto, pero reduce el %ICP mientras se cumple que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) > Su_S + Sd_S$, o lo que es lo mismo, mientras se cumple que $(i_b - Sev_b) \frac{B_S}{S_S} > i_S - i_{rf}$.

Podemos concluir que el incremento en la prima de riesgo de los activos del sistema (valor futuro de los activos, caso de éxito (Su)), tiene el efecto, bien de mejorar, bien de resultar nulo sobre la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.

3.- Variación en el valor futuro de los activos, caso de fracaso (Sd_s).

La variación en el valor futuro de los activos, caso de fracaso, puede interpretarse como la variación de la severidad de los activos del sistema. Cuanto mayor sea el valor de Sd, menor será la severidad de los activos del sistema. El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el valor futuro de los activos, caso de fracaso.

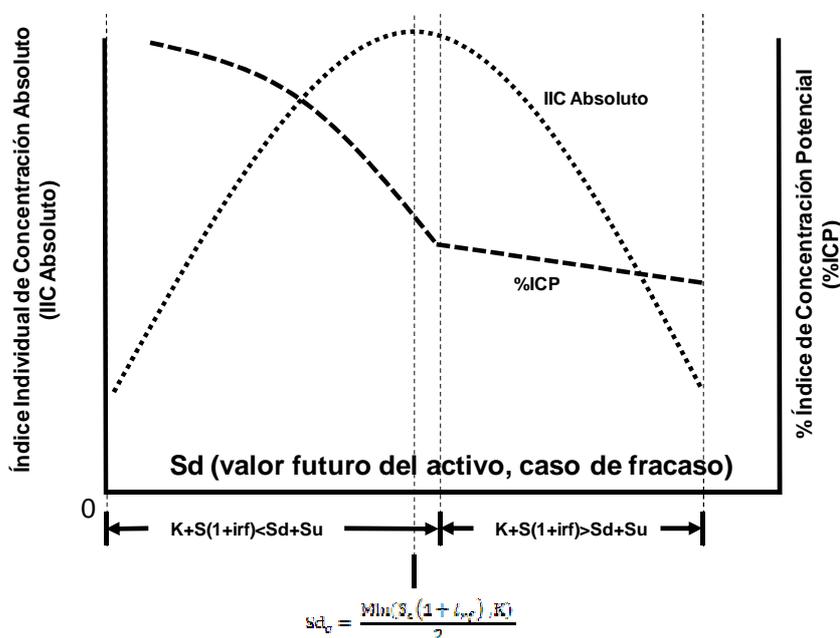
Gráfico VI.11



Dado que la primera derivada de IIC Absoluto respecto de Sd_s es $1 - \frac{2 Sd_S}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}), K_S)}$, el valor máximo de IIC se alcanzará cuando la pendiente sea cero, es decir, cuando se cumpla que $Sd_S = \frac{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}), K_S)}{2}$. El gráfico general que

refleja el comportamiento de la concentración ante la variación de S_d es el siguiente.

Gráfico VI.12



Así, el Índice Individual de Concentración Absoluto (IIC Absoluto) es creciente conforme aumenta S_d , hasta que alcanza su máximo cuando $S_{d_s} = \frac{\text{Min}(S_s(1+i_{rf}), K_s)}{2}$. A partir de ese punto, este índice es decreciente ante aumentos de S_d . El Porcentaje de Concentración Potencial es siempre decreciente ante incrementos de S_d , contando con un punto de inflexión cuando se cumple que $K_s + S_s(1 + i_{rf}) = S_{u_s} + S_{d_s}$.

El supuesto más frecuente será que $S_{d_s} > \frac{\text{Min}(S_s(1+i_{rf}), K_s)}{2}$, ya que severidades del activo superiores al 50% son menos frecuentes en la realidad. Así, el caso más frecuente será que el incremento en S_d , reduzca la concentración.

El incremento del valor futuro de los activos, caso de fracaso, tiene el efecto que, a diferencia de lo que sucede con otras variables, debe analizarse caso por caso.

Podemos sistematizar los casos posibles de evolución de IIC Absoluto y %ICP en el siguiente cuadro. Resulta reseñable que, a diferencia de lo que sucede con las otras variables, en el caso de S_d , la variación de IIC Absoluta depende de una inequación distinta: $S_{d_s} < \frac{\text{Min}(S_s(1+i_{rf}), K_s)}{2}$. La inequación $S_s(1 + i_{rf}) < K_s$ no explica, en ningún caso, el comportamiento de IIC. Por su parte la inequación $K_s +$

$S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$ basta por si misma para explicar el comportamiento de %ICP, ante variaciones de S_d . Así, se aprecia en el siguiente cuadro.

Pendiente IIC Absoluta	$S_{d_c} < \frac{\text{Min}(S_S(1 + i_{rf}); K_S)}{2}$	$S_{d_c} > \frac{\text{Min}(S_S(1 + i_{rf}); K_S)}{2}$
–	Positiva (*)	Negativa (*)
–	Positiva (*)	Negativa (*)
Pendiente %ICP	–	–
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Negativa (**)	Negativa (**)
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Negativa (**)	Negativa (**)

(*) La derivada de IIC Absoluta respecto de S_{d_c} es $\frac{\delta IIC \text{ Absoluta}}{\delta S_{d_S}} = 1 - \frac{2 S_{d_S}}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}); K_S)}$

(**) La derivada de %ICP respecto de S_{d_c} resulta muy complicada, por lo que no incluimos su formulación.

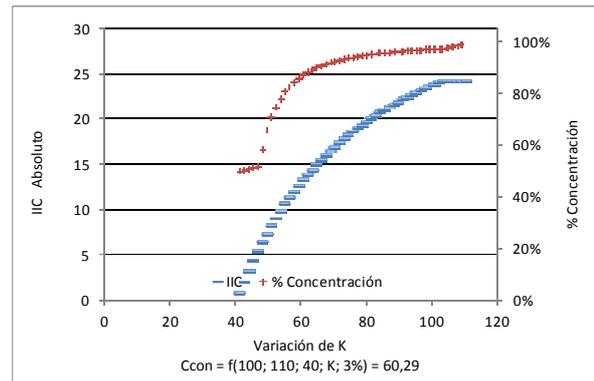
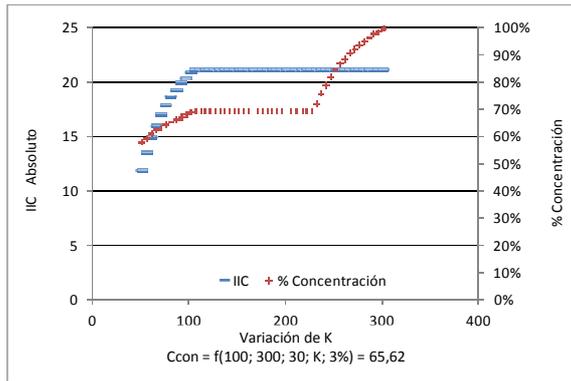
Así, un incremento en el valor futuro del activo, caso de fracaso (S_d) reduce el %ICP en todos los casos. El incremento de S_d incrementa el IIC Absoluto mientras se cumple que $S_{d_S} > \frac{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}); K_S)}{2}$. A partir de ese momento la concentración medida con el IIC Absoluto se reduce.

Podemos concluir que, en la mayor parte de los supuestos, la mejora en la severidad del activo del sistema (incremento en el valor futuro del activo, caso de fracaso (S_d)), mejora la estabilidad financiera del sistema en su dimensión de concentración; no obstante, es necesario analizar caso por caso para conocer el efecto de la variación la severidad en la estabilidad financiera.

4.- Variación en el valor de repago de la deuda (K).

La variación en el valor de repago de la deuda puede interpretarse como la variación en el apalancamiento del sistema, dado que el resto de variables del sistema se mantienen constantes. Cuanto mayor sea K , mayor será el apalancamiento del sistema. El siguiente gráfico refleja dos casos típicos de los efectos de la variación en el valor de reembolso de los bonos del sistema.

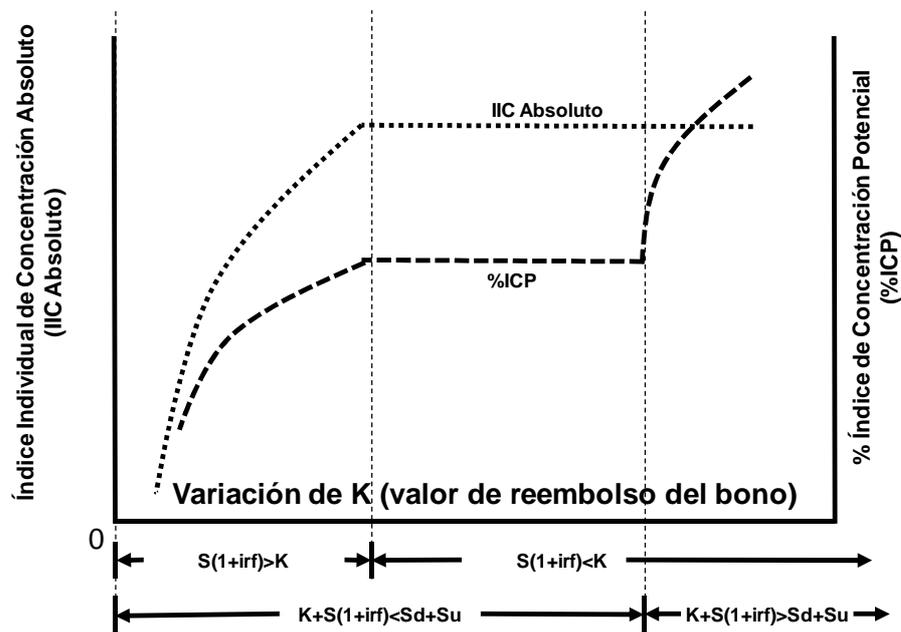
Gráfico VI.13



La IIC Absoluta resulta creciente conforme se incrementa el valor de K, siempre que se cumpla que $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$. Cuando esta desigualdad se incumple la pendiente de la recta es cero.

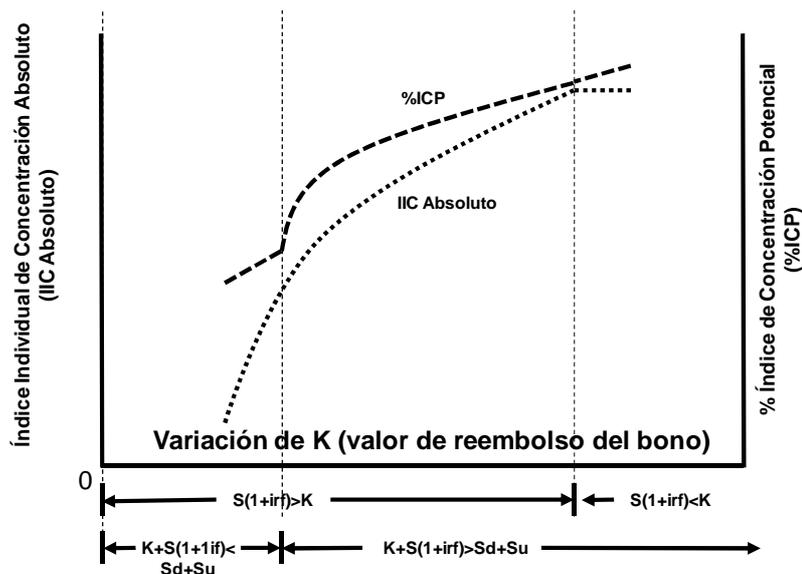
El %ICP es creciente, salvo en el intervalo en el que se cumplen simultáneamente las dos siguientes condiciones $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$ y $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{uS} + S_{dS}$. El gráfico general que refleja este comportamiento se reproduce a continuación.

Gráfico VI.14



No obstante, el gráfico anterior no contempla todos los casos posibles. El supuesto en el que se cumple simultáneamente que $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$ y $K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{uS} + S_{dS}$, se refleja en el siguiente gráfico y se aprecia que, en tal intervalo, ambos índices de concentración son crecientes respecto al aumento de K.

Gráfico VI.15



Podemos sistematizar los casos posibles de evolución de IIC Absoluto y %ICP en el siguiente cuadro.

Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Cero	Positiva (*)
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Cero	Positiva (*)
Pendiente %ICP	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Cero	Positiva (**)
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva (**)	Positiva (**)

(*) La derivada de IIC Absoluta respecto de S_C es $\frac{\delta IIC Absoluta}{\delta K_S} = \frac{S_{d_S}^2}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}); K_S)^2}$

(**) La derivada de %ICP respecto de K_S resulta muy complicada, por lo que no incluimos su formulación.

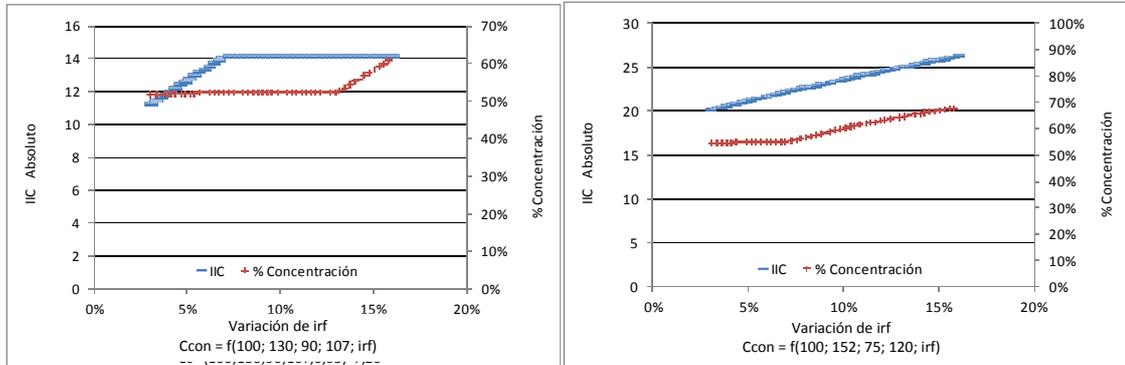
Podemos indicar que en la mayor parte de los supuestos el incremento en el valor de repago de la deuda (apalancamiento) incrementa la concentración del sistema. No obstante, existen excepciones; así, la pendiente de IIC Absoluta es cero cuando $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ y la pendiente de %ICP es cero cuando se cumple simultáneamente que $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ y $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S}$.

En resumen, el incremento en el valor de repago de la deuda (K) tiene un efecto que bien perjudica, bien resulta nulo para la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.

5.- Variación en el tipo de interés sin riesgo.

El siguiente gráfico refleja dos casos típicos de los efectos sobre la concentración de la variación del tipo de interés sin riesgo.

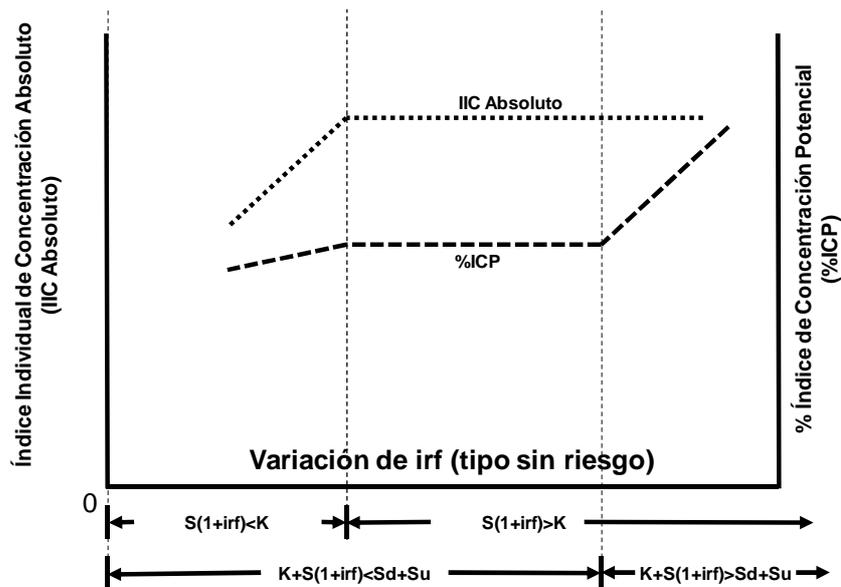
Gráfico VI.16



Nota: en ambos casos $i_{rf} \in [0\%; 16\%]$

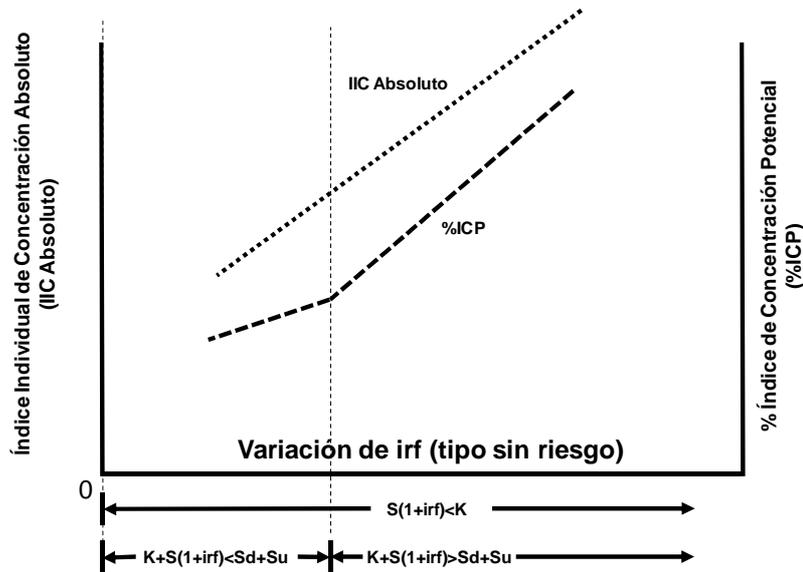
El caso general se refleja en el cuadro siguiente. Cuando se cumple que $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ y que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$, entonces las pendientes, tanto de IIC Absoluto, como de %ICP son positivas. En el momento en que $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$ y que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$, las pendientes de ambas se convierten en cero. Si el incremento de i_{rf} hace que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$, entonces la pendiente de %ICP vuelve a tomar un valor positivo.

Gráfico VI.17



Nos queda por analizar el caso en que $S_S(1 + i_{rf}) < K_S$ y que $K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$. Como se aprecia en el siguiente gráfico, IIC Absoluto tiene siempre pendiente positiva. Por su parte, %ICP tiene pendiente positiva que aumenta cuando $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$.

Gráfico VI.18



Podemos sistematizar los casos posibles de evolución de IIC Absoluto y %ICP en el siguiente cuadro.

Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva (*)	Cero
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva (*)	Cero
Pendiente %ICP	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva (**)	Cero
$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva (**)	Positiva (**)

(*) La derivada de IIC Absoluta respecto de $(1+i_{rf})$ es $\frac{\delta IIC Absoluta}{\delta S_S} = \frac{S_{d_S}^2 S_S}{Min(S_S(1+i_{rf}); K_S)^2}$

(**) La derivada de %ICP respecto de i_{rf} resulta muy complicada, por lo que no incluimos su formulación.

Podemos indicar que, en la mayor parte de los supuestos, el incremento del tipo de interés sin riesgo incrementa la concentración del sistema. No obstante, existen excepciones, ya que la pendiente de IIC Absoluta es cero cuando $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$ y la pendiente de %ICP es cero cuando se cumple simultáneamente que $S_S(1 + i_{rf}) > K_S$ y $K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$.

En resumen, el incremento en el tipo de interés sin riesgo (i_{rf}) tiene un efecto que bien perjudica o bien resulta nulo para la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.

VI.3.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

Podemos definir la concentración como la mayor o menor pérdida que sufren los bonistas de una unidad, caso de fracaso, respecto de la pérdida que le correspondería si las pérdidas totales del sistema se distribuyesen de forma proporcional al peso del valor actual de los bonos de la unidad en los bonos totales del sistema.

La concentración potencial en un sistema compuesto por unidades financiadas proponemos medirla mediante el “Índice de Individual de Concentración Absoluto”. Este índice representa el máximo valor que puede alcanzar para unos determinados valores agregados del conjunto de unidades de un sistema la diferencia entre (i) el valor de la pérdida real que le corresponde a los bonistas de una de las unidades, respecto (ii) del valor que le correspondería en el caso de que las pérdidas se distribuyeran de forma proporcional al volumen del valor inicial del bono de cada unidad. Matemáticamente puede definirse como sigue:

$$\text{IIC Absoluto}_S = Sd_S * \left(1 - \frac{Sds}{\text{Min}(S_S(1+i_{rf}), K_S)}\right)$$

Los efectos de la variación del entorno sobre la dimensión “concentración” de la estabilidad financiera son los siguientes:

- El incremento del valor de los activos del sistema (S) tiene el efecto, bien nulo, bien de empeorar la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.
- El incremento en la prima de riesgo de los activos del sistema (valor futuro de los activos, caso de éxito (Su)), tiene el efecto, bien de mejorar, bien de resultar nulo sobre la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.
- En la mayor parte de los supuestos, la mejora en la severidad del activo del sistema (incremento en el valor futuro del activo, caso de fracaso (Sd)), mejora la estabilidad financiera del sistema en su dimensión de concentración; no obstante, es necesario analizar caso por caso para conocer el efecto de la variación la severidad en la estabilidad financiera.
- El incremento en el valor de repago de la deuda (K) tiene un efecto que bien perjudica, bien resulta nulo para la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.

- El incremento en el tipo de interés sin riesgo (i_{rf}) tiene un efecto que bien perjudica o bien resulta nulo para la estabilidad financiera en su dimensión de concentración.

El siguiente cuadro resume el efecto sobre la concentración (medida a través del IIC) de la variación de las variables independientes del modelo:

Variación de S_c	Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva	Cero
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva	Cero
Variación de S_{uc}	Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Cero	Cero
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Cero	Cero
Variación de S_{dc}	Pendiente IIC Absoluta	$s_{dc} < \frac{\text{Min}(S_c(1 + i_{rf}); K)}{2}$	$s_{dc} > \frac{\text{Min}(S_c(1 + i_{rf}); K)}{2}$
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva	Negativa
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva	Negativa
Variación de K_c	Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Cero	Positiva
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Cero	Positiva
Variación de i_{rf}	Pendiente IIC Absoluta	$S_S(1 + i_{rf}) < K_S$	$S_S(1 + i_{rf}) > K_S$
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) < S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva	Cero
	$K_S + S_S(1 + i_{rf}) > S_{u_S} + S_{d_S}$	Positiva	Cero

Mediante el Índice de Concentración Potencial (%ICP) podemos estimar la forma de la distribución del IIC de las unidades que forman un sistema.

CAPÍTULO VII.

ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA III: LA PROBABILIDAD DE CRISIS.

CAPÍTULO VII.- ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL DE UN SISTEMA (III): LA PROBABILIDAD DE CRISIS.

La tercera de las dimensiones de concepto de estabilidad financiera que proponemos es la probabilidad de fracaso (PD). Al tratar, en otras partes de este trabajo, la pérdida absoluta y la concentración nos estamos refiriendo a la importancia de los efectos de una hipotética crisis, pero no nos referimos a la probabilidad que de que tales pérdidas se produzcan.

La estabilidad potencial de un sistema financiero será mayor cuanto menor sea la probabilidad de que produzcan los eventos que causan las pérdidas (absolutas o concentradas).

La literatura trata de manera abundante la probabilidad de quiebra. Esta medida es una de las variables fundamentales cuando se aborda la estabilidad financiera utilizando el Contingent Claim Analysis. Podemos ver su utilización en los trabajos de Gapen et al. (2005), Gray et al. (2007a), Capera et al. (2011) o Gray et al. (2008a). No sólo la probabilidad está presente en los trabajos cuando se utiliza explícitamente como indicador. También está implícita cuando se utilizan otros indicadores. Así sucede cuando se utiliza como indicador la put sobre la deuda sin riesgo, como sucede en Gray et al. (2007b) o Gray et al. (2011). Lo mismo sucede en Chan-Lau y Gravelle (2005) quienes proponen un indicador de estabilidad financiera que incluye la probabilidad de default⁷⁷.

Al margen del Contingent Claim Analysis otros autores han puesto el acento en la importancia de la probabilidad de default en el análisis de la estabilidad financiera. Así, podemos citar a Goodhart y Tsomocos (2007) quienes indican que resulta imposible abordar la estabilidad financiera sin considerar la PD y de quiebra y la heterogeneidad de los agentes (los bancos y sus clientes). Por su parte, Borio y Drehmann (2009b) defiende la importancia las medidas ex ante de la estabilidad financiera, planteando que estas medidas deben identificar la probabilidad y los costes de financial distress futuro.

El concepto de probabilidad aparece incluso en la definición del G-10 sobre riesgo sistémico o en la definición de estabilidad financiera propuesta por Allen y Wood (2006), ya citada en otras partes de este trabajo. Por su parte, Aspachs et al. (2006) propone definir la fragilidad financiera como una combinación de probabilidad de default (PD), medida de formas diversas, unida a la rentabilidad bancaria.

⁷⁷ El indicador que se propone es la “distancia al capital” concepto que se basa en la distancia a la quiebra corregida con las ayudas públicas que puede recibir la entidad evaluada.

Algunos trabajos remarcan las dificultades tanto para obtener los datos necesarios, como para su medición. Así sucede con Fell y Schinasi (2005) o con Segoviano y Goodhart (2009).

También en los estudios empíricos se considera la probabilidad de default, normalmente buscando factores que la condicionan. Así, pueden citarse González-Hermosillo et al. (1996)⁷⁸, Demirgüç-Kunt y Detragiache (1998)⁷⁹, Caprio y Martínez-Peria (2000)⁸⁰, Beck, Demirgüç-Kunt y Levine, R. (2004)⁸¹, Mehrez y Kaufmann (2000)⁸², Demirgüç-Kunt y Detragiache (2002)⁸³, Brown y Dinc (2005)⁸⁴ y Bordo et al. (2000)⁸⁵.

⁷⁸ González-Hermosillo et al. (1996) realizan un estudio empírico que analiza si la fragilidad bancaria es determinada por factores específicamente bancarios (basado en CAMEL), por las condiciones macroeconómicas o por los efectos de un contagio potencial. El modelo es aplicado sobre la crisis financiera mejicana de 1994 concluyendo que las variables de bancos individuales, así como, las variables del sector bancario explican la probabilidad de quiebra bancaria, mientras que las variables macroeconómicas determinan el momento de la quiebra.

⁷⁹ Demirgüç-Kunt y Detragiache (1998) encuentran que las crisis bancarias son más probables en países que han realizado procesos de liberalización. Estos efectos de la liberalización son mitigados si existe un marco institucional fuerte, especialmente en cuanto al cumplimiento de la ley, la baja corrupción y fuerte cumplimiento de los contratos.

⁸⁰ Caprio y Martínez-Peria (2000) demuestran que cuanto mayor es la participación gubernamental en la propiedad de los bancos mayor es la probabilidad de crisis durante el periodo que va de 1980 a 1997.

⁸¹ Beck, Demirgüç-Kunt y Levine (2004) estudian el impacto de la concentración bancaria, la regulación bancaria y las instituciones nacionales en la probabilidad de crisis bancaria. Encuentran que las crisis bancarias son más probables en economías con sistemas bancarios más concentrados, con menos restricciones regulatorias sobre competición y actividades e instituciones nacionales que incrementen la competencia.

⁸² Mehrez y Kaufmann (2000) encuentran que los países con menor transparencia (más corrupción) es más probable que experimenten crisis bancarias a resultas de una liberalización financiera.

⁸³ Demirgüç-Kunt y Detragiache (2002) encuentran que sistemas de garantía de depósitos explícitos están asociados con mayores probabilidades de crisis bancarias. Esto refuerza el argumento de que el riesgo moral es un problema en la liberalización de los sistemas financieros, ya que los tomadores de riesgos no están sometidos a una estructura institucional adecuada.

⁸⁴ Brown y Dinc (2005) encuentran que los bancos con problemas es más improbable que pierdan su licencia o sean cerrados antes de las elecciones que después de estas. Este efecto es mayor cuando el partido gobernante es políticamente débil.

⁸⁵ Bordo et al. (2000) examinan las contracciones del output de los pasados 120 años, llegando a la conclusión de que la probabilidad de las crisis ha aumentado, pero no su intensidad.

VII.1.- MEDICIÓN DE LA PROBABILIDAD DE CRISIS.

Tal y como sucedía al referirnos a la pérdida absoluta y a la concentración, vamos desagregar el sistema considerado en dos unidades y vamos a analizar el rango de valores dentro del cual pueden moverse las probabilidades de fracaso de las unidades que integran un sistema financiero, suponiendo que conocemos las magnitudes agregadas del mismo y que desconocemos los datos individuales de las entidades que lo componen.

En los epígrafes iniciales de este trabajo hemos definido las probabilidades de éxito y fracaso de activo, acciones y bonos. También hemos indicado que las probabilidades de éxito (y fracaso) de estos tres instrumentos deben coincidir para cada unidad financiada considerada, ya que el evento que lo desencadena es común para los tres casos. Importa recordar que el modelo parte de la condición de riesgo-neutralidad.

Así, veámos que la probabilidad de éxito de los tres instrumentos viene definida mediante las siguientes igualdades:

$$\alpha_s = \alpha_c = \alpha_b = \frac{S(1 + i_{rf}) - Sd}{Su - Sd} = \frac{C(1 + i_{rf})}{Su - K} = \frac{(S - C)(1 + i_{rf}) - Sd}{K - Sd}$$

Estas mismas igualdades definidas en función de los tipos de rendimiento y de severidad, pueden expresarse de la siguiente manera:

$$\alpha_s = \alpha_c = \alpha_b = \frac{i_{rf} - Sev_s}{i_s - Sev_s} = \frac{1 + i_{rf}}{1 + i_c} = \frac{i_{rf} - Sev_b}{i_b - Sev_b}$$

Donde i_{rf} es el tipo de interés sin riesgo, Sev_s es la severidad del activo, Sev_b es la severidad del bono, i_s es el rendimiento del activo, caso de éxito, i_c es el rendimiento del capital, caso de éxito, y i_b es el rendimiento del bono, caso de éxito.

De este modo, las probabilidades de fracaso pueden expresarse como $(1 - \alpha)$. Por ello, las probabilidades de fracaso se definen de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} 1 - \alpha_s = 1 - \alpha_c = 1 - \alpha_b &= \frac{Su - S(1 + i_{rf})}{Su - Sd} = \frac{Su - K - C(1 + i_{rf})}{Su - K} \\ &= \frac{K - (S - C)(1 + i_{rf})}{K - Sd} \end{aligned}$$

Estas mismas igualdades definidas en función de los tipos de rendimiento y de severidad, pueden expresarse de la siguiente manera:

$$1 - \alpha_s = 1 - \alpha_c = 1 - \alpha_b = \frac{i_s - i_{rf}}{i_s - Sev_s} = \frac{i_c - i_{rf}}{1 + i_c} = \frac{i_b - i_{rf}}{i_b - Sev_b}$$

Básicamente, estas igualdades expresan que la probabilidad de fracaso es la prima de riesgo de instrumento considerado partido por la volatilidad de su rendimiento.

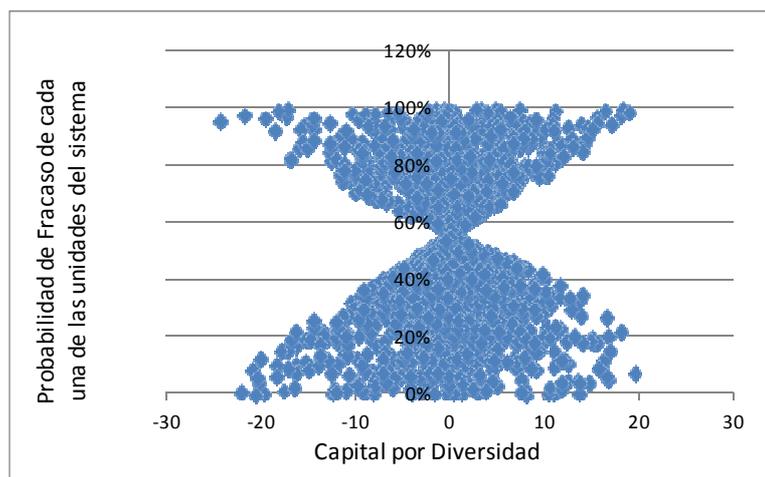
Al igual que sucedía cuando estudiábamos la pérdida absoluta y la concentración, al considerar nuestro modelo compuesto por unidades heterogéneas, las magnitudes consolidadas del sistema no coinciden con la suma de las magnitudes de las unidades integrantes del sistema considerado.

Como vimos en el Capítulo IV, en un sistema vertical, la unidad consolidada vendría definida como $C_{con} = f(S_s, Su_s, Sd_s, K_s, i_{rf})$ donde se cumple que $S_s = S_1 + S_2$, que $Su_s = Su_1 + Su_2$, que $Sd_s = Sd_1 + Sd_2$ y que $K_s = K_1 + K_2$. Se trataría de un sistema compuesto por dos unidades financiadas: la unidad 1 definida como $C_1 = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_1, i_{rf})$ y la unidad 2 definida como $C_2 = f(S_2, Su_2, Sd_2, K_2, i_{rf})$.

El siguiente gráfico muestra la forma típica que adopta una distribución de los valores que pueden alcanzar las probabilidades de fracaso de las unidades que pueden integrarse en un sistema financiado, para unos valores consolidados definidos como $C_{con} = f(S_s, Su_s, Sd_s, K_s, i_{rf})$. Como hemos hecho en el análisis de la pérdida absoluta y la concentración, partimos de que conocemos únicamente las magnitudes suma, es decir, las magnitudes agregadas del sistema, pero desconocemos cualquier dato sobre las unidades individuales que lo forman, salvo porque realizan una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros.

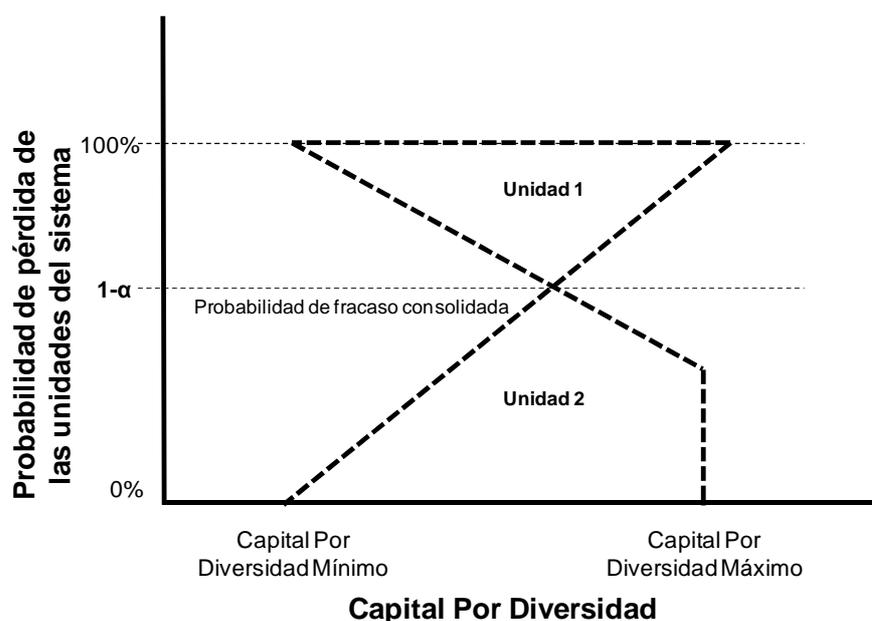
El siguiente ejemplo, se refiere a un sistema de dos unidades financiadas cuyos valores consolidados vienen definidos por $30,02 = f(100; 170; 50; 100; 0,03)$. Cada uno de los puntos es una de las unidades que pueden darse en ese sistema y que convive con la otra unidad que existe en su sistema y que también está representada en dicho gráfico.

Gráfico VII.1



Al margen de los casos particulares, como el de este gráfico, una representación de un caso general se refleja en la siguiente figura. En él, se aprecia cómo la distribución de la probabilidad de fracaso de las unidades del sistema adoptan formas triangulares (truncadas o no).

Gráfico VII.2



Como puede observarse, las formas triangulares (truncadas o no) dentro de las que se circunscriben las probabilidades del fracaso de cualquiera de las unidades de un sistema unen uno de sus vértices en el nivel de probabilidad de fracaso del sistema.

La causa de la forma que adoptan la distribución de las probabilidades de fracaso se encuentra en las restricciones que impone una gestión eficiencia de riesgos y beneficios financieros.

En este apartado, vamos a demostrar que la probabilidad de fracaso de las unidades integrantes de un sistema se mueve dentro de un rango predecible para cada sistema financiero, siempre que las unidades del mismo realicen una asignación eficiente del riesgo financiero. Así, partiendo de la información consolidada y sin conocer el detalle de las unidades que componen un sistema financiado podemos estimar la inestabilidad financiera que se genera dentro del mismo.

Para ello, partimos de las propiedades que pueden observarse en estas distribuciones, que son las siguientes.

Propiedad 1: En cualquier sistema y para cualquier valor que adopte el capital por diversidad, siempre pueden existir unidades cuya probabilidad de fracaso sea del 100%.

Propiedad 2: En los valores extremos de capitalización (mayor capital por diversidad y menor capital por diversidad), es más frecuente que nos encontremos con unidades con probabilidades de fracaso cercanas al 100%.

Propiedad 3: El único caso en el que nos podemos encontrar unidades cuya probabilidad por deterioro adopte cualquier valor es cuando el Capital Por Diversidad sea cero; es decir cuando la suma de capitales de las unidades del sistema coincide con el capital consolidado del mismo.

Propiedad 4: Los vértices de los triángulos que circunscriben las probabilidades de fracaso de las dos unidades del sistema se unen en el punto cuyo valor es la probabilidad de fracaso del sistema consolidado.

Propiedad 5: La menor de las máximas probabilidades de fracaso de cualquiera de las combinaciones de unidades que pueden formar un sistema consolidado se obtiene cuando el Capital por Diversidad del sistema es cero.

Debido a estas propiedades, cuanto más elevada sea la probabilidad de fracaso consolidada más se concentrará el rango de probabilidad de fracaso de una de las unidades del sistema (en el gráfico la denominamos Unidad 1) en valores elevados, ya que la probabilidad consolidada ejerce de límite inferior de las máximas probabilidades de fracaso de una de las unidades que componen un sistema.

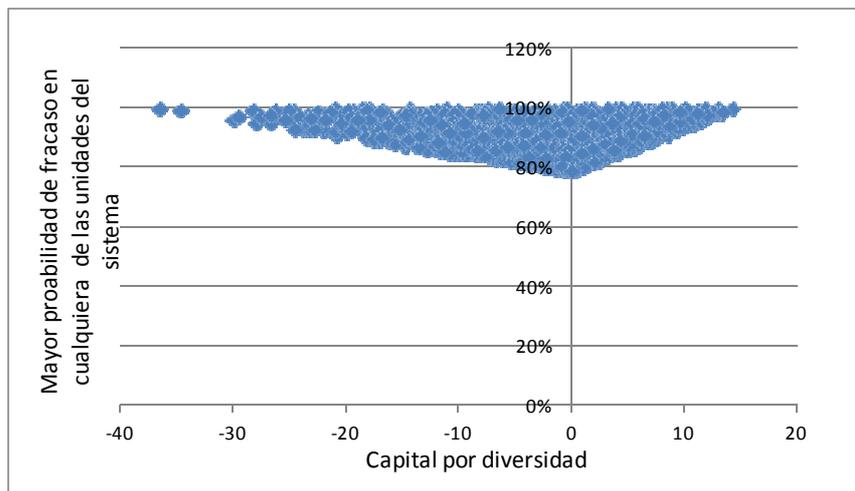
Por ello, un rango más amplio de valores de la probabilidad de fracaso (es decir, una probabilidad de fracaso baja) implicará una mayor estabilidad financiera potencial de un sistema de unidades financiadas, ya que en cualquier sistema y

para cualquier capital por diversidad una de las unidades puede tener una probabilidad de fracaso del 100%.

Por ello, proponemos utilizar como indicador de la estabilidad financiera producida por la probabilidad de fracaso de un sistema a la probabilidad de fracaso consolidada.

La parte que más nos interesa de la distribución de probabilidades de fracaso que pueden darse en un sistema de unidades financiadas, corresponde con el triángulo superior de las mismas, aquel que circunscribe las probabilidades de fracaso más elevadas. El siguiente gráfico muestra la máxima probabilidad de la unidad del sistema con mayor probabilidad de fracaso y la relaciona con el capital por diversidad.

Gráfico VII.3



Nota: Referido al sistema $C_{con} = f(100, 300, 50, 120, 3\%)$

Al igual que sucede con los otros dos determinantes de la estabilidad financiera (la pérdida absoluta y la concentración), partiendo de los datos consolidados y sin conocer el detalle de las unidades que conforman un sistema financiado, podemos realizar una estimación exacta de la ubicación en el plano de la nube de puntos que relaciona la máxima probabilidad de fracaso en las unidades del sistema y el capital por diversidad.

Así, la línea decreciente viene definida por un sistema en el que una de las unidades del mismo tenga los siguientes parámetros:

- Unidad 1: $S_1 \in [0; S_s]; Su_1 = \text{Min}(Su_s - (S_s - S_1)(1 + i_{rf}); Su_s - Sd_s + Sd_1); Sd_1 = \text{Min}(Sd_s; \text{Max}(Sd_s - (S_s - S_1)(1 + i_{rf}); S_1(1 + i_{rf})))$; $K_1 = \text{Min}(K_s - Sd_s + Sd_1; Su_1; K_s)$.

- Los valores de la Unidad 2 serán la diferencia entre los valores consolidados y los valores de la Unidad 1.

La línea creciente viene definida por un sistema en el que una de las unidades del mismo tenga los siguientes parámetros:

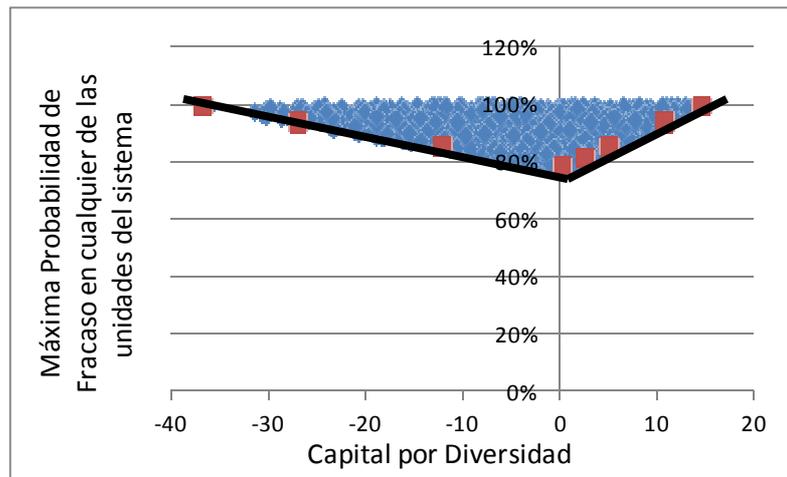
- Unidad 1:

$$\begin{aligned}
 & S_1 \in [0; S_1]; Su_1 = Su_s (1 + i_{rf}); Sd_1 \\
 & = \text{Max} \left(0; \text{Max} (Sd_s - (S_s - S_1)(1 + i_{rf}); Sd_s - K_s + K_1) \right); K_1 \\
 & = \text{Min} (Su_1; K_s)
 \end{aligned}$$

- Unidad 2: Los valores de la Unidad 2 serán la diferencia entre los valores consolidados y los valores de la Unidad 1.

El resultado de representar las líneas así definidas se refleja en el siguiente gráfico.

Gráfico VII.4



La utilización de la probabilidad de fracaso del consolidado como indicador de la estabilidad financiera (en su dimensión probabilidad de fracaso), facilita la comparación de cualesquiera dos sistemas.

Por ejemplo, consideramos la existencia de dos sistemas financiados en dos países distintos, cuyas magnitudes consolidadas son las siguientes:

- Sistema Consolidado A: $C_{C,A} = (100; 120; 20; 50; 3\%)$
- Sistema Consolidado B: $C_{C,B} = (100; 300; 50; 110; 10\%)$

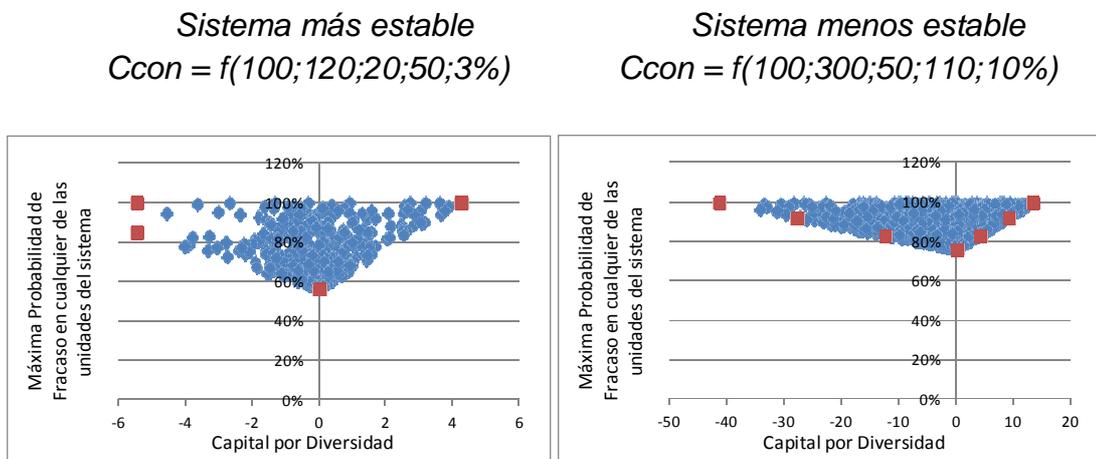
La probabilidad de fracaso consolidada de cualquier sistema viene definida, tal y como hemos visto al comienzo de este trabajo, como:

$$1 - \alpha_s = 1 - \frac{S(1 + i_{rf}) - Sd}{Su - Sd} = \frac{Su - S(1 + i_{rf})}{Su - Sd}$$

Así, el estimador de la probabilidad de fracaso de cada uno de los sistemas será:

- Sistema 1: Menor de las máximas probabilidades de fracaso de las unidades posibles dentro del sistema: $(120-100 \times 1,03)/(120-0)=56,66\%$
- Sistema 2: Menor de las máximas probabilidades de fracaso de las unidades posibles dentro del sistema: $(300-100 \times 1,1)/(300-50)=76,00\%$

Gráfico VII.5



Podemos concluir que, desde el punto de vista de la estabilidad financiera, si las unidades que componen el sistema realizan una asignación eficiente de los riesgos y beneficios financieros, el primero de los sistemas tendrá una estabilidad financiera potencial, en su dimensión probabilidad de fracaso, superior al segundo de ellos.

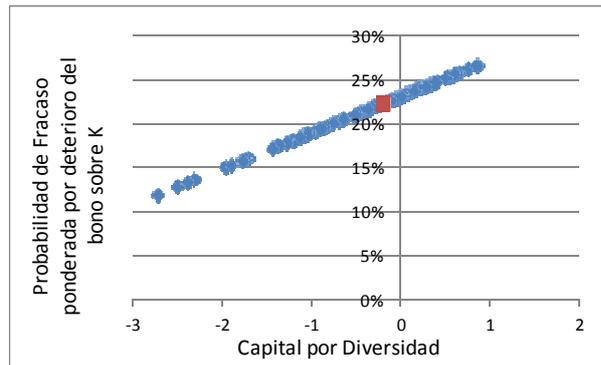
Para medir la probabilidad de fracaso de un sistema podríamos utilizar medias, como la probabilidad media ponderada sobre el importe de la pérdida de los bonos, calculada sobre K. El problema de las medias es que, en materia de estabilidad, nos interesan las colas de las distribuciones. Así, las probabilidades medias que arrojen indicios de estabilidad relativamente bajos pueden esconder casos extremos que comprometen de forma importante la estabilidad financiera del sistema.

En el siguiente ejemplo, podemos ver cómo una probabilidad media ponderada por importe del 23,33% (pérdida de -25) en el consolidado, puede incluir probabilidades

de fracaso individuales en las dos unidades que componen el sistema de 69,10% (pérdida de -8) y 0,45%(pérdida de -17)

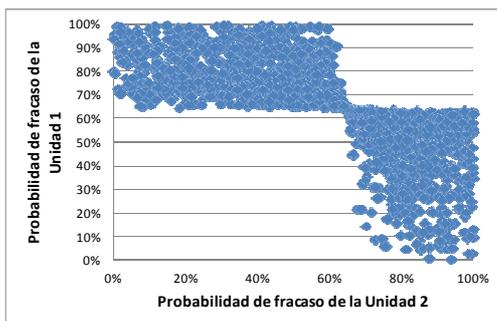
El siguiente gráfico recoge este ejemplo. Se refiere a un sistema consolidado $3,72=f(100;110;80;105;3\%)$, compuesto por dos unidades: Unidad 1 definida por $0,6=f(3;10;0;8;3\%)$ y Unidad 2 definida por $2,90=f(97;100;80;97;3\%)$.

Gráfico VII.6

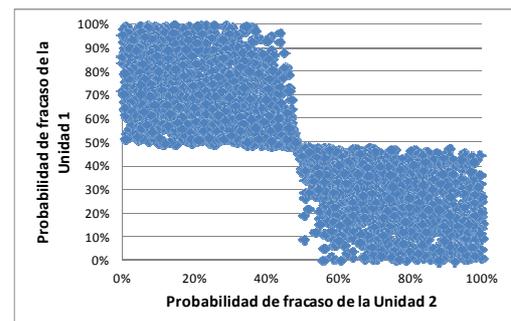


Hasta aquí, nos hemos referido al comportamiento aislado de las unidades que componen un sistema. Veamos cómo se comportan conjuntamente las probabilidades de fracaso de cada una de las dos unidades que componen el sistema. Iniciamos el análisis mostrando varios ejemplos sobre la evolución conjunta de ambas unidades.

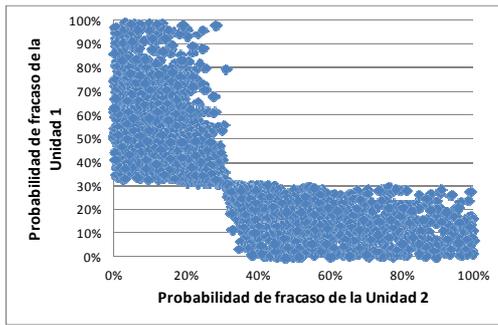
Gráfico VII.7



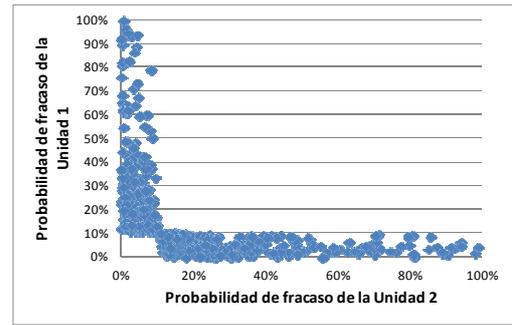
$Ccon = f(100; 200; 50; 90; 3\%); (1 - \alpha_s) = 64,7\%$



$Ccon = f(100; 200; 0; 90; 3\%); (1 - \alpha_s) = 48,5\%$



$$Ccon = f(100; 150; 50; 90; 3\%); (1 - \alpha_s) = 31,3\%$$

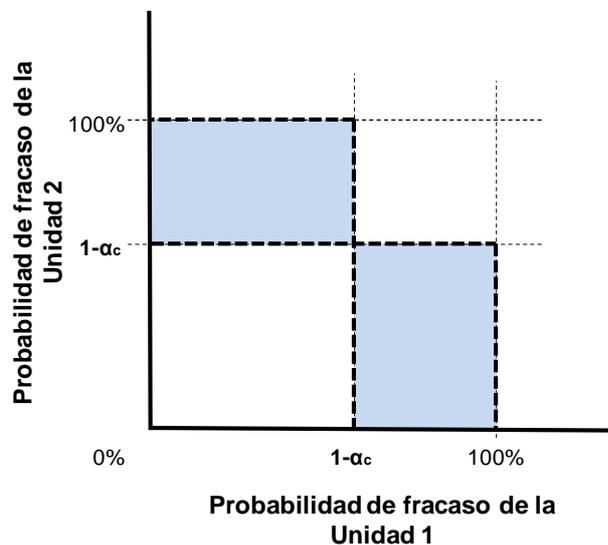


$$Ccon = f(100; 115; 0; 90; 3\%); (1 - \alpha_s) = 10,4\%$$

El análisis gráfico de los ejemplos anteriores nos induce afirmar que, para la explicación del comportamiento de la probabilidad de fracaso de las unidades que componen un sistema, resulta esencial la probabilidad de fracaso consolidada, ya que el vértice común de la distribución coincide con la probabilidad de fracaso consolidada.

A diferencia de lo que sucedía en el caso de la pérdida absoluta y la concentración, las conclusiones que obtenemos sobre la probabilidad consolidada en un sistema compuesto por dos unidades no son extrapolables a los sistemas con más de dos unidades.

Gráfico VII.8



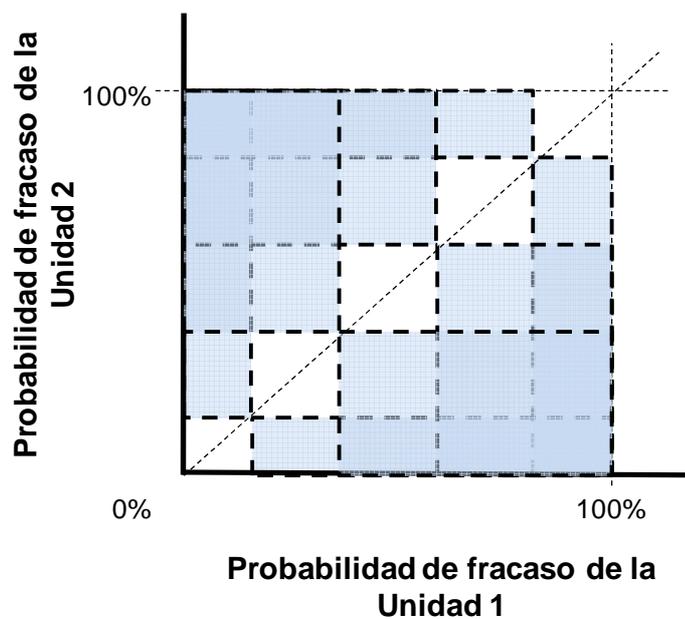
Observando el gráfico anterior, vemos que el rango de probabilidades de las unidades que lo componen va de 0% a 100%: mientras las probabilidades de una unidad va desde 0% hasta $(1 - \alpha_s)$, las de la otra van desde $(1 - \alpha_s)$ hasta 100%.

Como puede verse cualquier sistema puede tener unidades con probabilidades de valores cercanos a 100% y 0%, pero no cualquier sistema puede tener probabilidades de valores más centrados.

Supongamos que el sistema consolidado está compuesto por dos subsistemas (no por dos unidades). A su vez cada uno de los subsistemas está compuesto por dos subsistemas y cada subsistema por dos unidades. Supongamos también que los valores que definen las distintas unidades se distribuyen aleatoriamente, dentro de las restricciones que exige una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros. El siguiente gráfico representa un formato que podría adoptar la distribución de las probabilidades de fracaso para el caso que se multipliquen las unidades que componen el sistema inicial.

En él, puede observarse que queda libre de casos posibles una concatenación de cuadrados alineados por su diagonal. Cuantas más unidades formen un sistema más cuadrados existirán unidos por sus diagonales y menor será el tamaño de estos cuadrados.

Gráfico VII.9



Esto significa que cuando un sistema está compuesto por más de dos unidades resulta menos probable que encontremos unidades con unidades cuya probabilidad de fracaso sean similares. Es decir, si tenemos una unidad con una probabilidad de fracaso del 10% resulta menos probable que tengamos otra unidad con una probabilidad similar. Dicho de otra manera, el incremento del número de unidades tiende a hacer más frecuente la existencia de unidades con probabilidades extremas cercanas a 100% y cercanas a 0%.

Podemos hablar de una tendencia de los sistemas a tener probabilidades de fracaso potencialmente extremas, conforme se incrementa el número de unidades que lo componen.

VII.2.- PROBABILIDAD DE CRISIS: CONSECUENCIAS PARA LA POLÍTICA DE ESTABILIDAD FINANCIERA POTENCIAL.

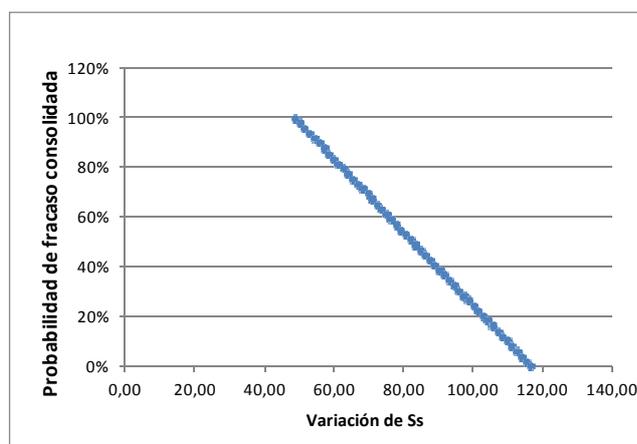
En este apartado, vamos a estudiar la influencia de las variaciones en el entorno ($S_s, Su_s, Sd_s, k_s, i_{rf}$) sobre la probabilidad de fracaso de un sistema. Las variaciones que se producen en el valor actual de los activos (S_s), en el valor futuro de los activos en el escenario de éxito (Su_s), en el valor futuro de los activos en el escenario de fracaso (Sd_s), y en los tipos de interés (i_{rf}), condicionan la probabilidad de sufrir un escenario adverso por parte de las entidades que componen un sistema.

Ello nos permite obtener un marco conceptual para analizar anticipadamente las consecuencias para la estabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) de las decisiones políticas que puedan afectar al entorno ($S_s, Su_s, Sd_s, k_s, i_{rf}$) dentro del cual han de moverse las unidades de un sistema.

1.- Variación en el valor de los activos (S_s).

El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el precio de los activos, mientras el resto de las variables del sistema se mantienen constantes.

Gráfico VII.10



Nota: Referido al sistema $Ccon=f(S_s;120;50;80;3,00\%)$

Dado que la probabilidad de pérdida consolidada se define como $1 - \alpha_{con} = \frac{Su_s - S_s(1+i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$ la derivada respecto de S_s viene definida como $\frac{\partial(1-\alpha_{con})}{\partial S_s} = \frac{-(1+i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$.

Podemos concluir que un incremento en el valor actual del activo del sistema reduce las probabilidades de fracaso del sistema.

2.- Variación en el valor futuro de los activos, caso de éxito (Su_s).

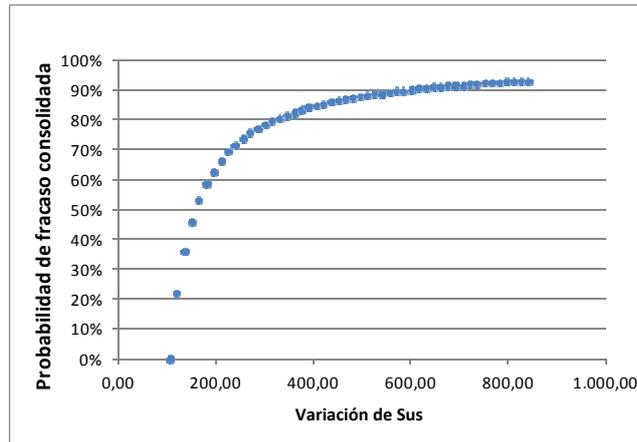
En este apartado, vamos analizar los efectos para la estabilidad financiera (en su dimensión de probabilidad de fracaso) de la variación del valor futuro de los activos, caso de éxito.

Para un sistema bancario, el incremento en el valor futuro de los activos caso de éxito (Su) puede entenderse como un incremento en los tipos de interés aplicados a los préstamos bancarios, dado que los activos del sistema están constituidos por créditos y, por tanto, el valor futuro de los activos caso de éxito (Su), es el valor nominal de los créditos más los intereses devengados en el futuro hasta el final del periodo considerado.

Dado que el resto de las variables del modelo (S , Sd , K y i_{rf}) permanecen estables, la variación en Su puede interpretarse como el incremento de la prima de riesgo en los préstamos concedidos por el sistema bancario cuya estabilidad financiera quiere analizarse. Esta variación no afecta al valor actual de los activos porque suponemos que las probabilidades de éxito del sistema también se modifican de forma inversa al movimiento de Su . Recuérdese que hemos definido la probabilidad de éxito del activo como $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf}) - Sd}{Su - Sd}$.

El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el valor futuro de los activos.

Gráfico VII.11



Nota: Referido al sistema $Ccon=f(100, Su_s, 50, 80, 3, 00\%)$

Dado que la probabilidad de pérdida consolidada se define como $1 - \alpha_{con} = \frac{Su_s - S_s(1+i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$ la derivada respecto de Su_s viene definida como $\frac{\partial(1-\alpha_{con})}{\partial Su_s} = \frac{2 Su_s - S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(Su_s - Sd_s)^2}$

Podemos concluir que un incremento en la prima de riesgo del activo del sistema incrementa las probabilidades de fracaso del sistema.

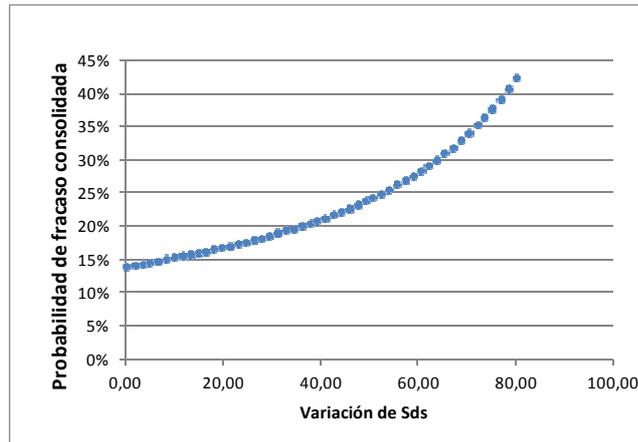
3.- Variación en el valor futuro de los activos, caso de fracaso (Sd_s).

En este apartado vamos analizar los efectos para la estabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) de la variación del valor futuro de los activos, caso de fracaso.

Dado que el resto de las variables del modelo (S , Sd , K y i_{rf}) permanecen estables, la variación en Sd puede interpretarse como el incremento de la severidad en los préstamos concedidos por el sistema bancario cuya estabilidad financiera quiere analizarse. Esta variación no afecta al valor actual de los activos porque suponemos que las probabilidades de éxito del sistema (también como en el caso anterior) se modifican de forma inversa al movimiento de Su . Recuérdese que hemos definido la probabilidad de éxito del activo como $\alpha_s = \frac{S(1+i_{rf}) - Sd}{Su - Sd}$.

El siguiente gráfico refleja un caso típico de los efectos de la variación en el valor futuro de los activos.

Gráfico VII.12



Nota: Referido al sistema Ccon=f(100,120,Sd_s,80,3,00%)

Dado que la probabilidad de pérdida consolidada se define como $1 - \alpha_{con} = \frac{Su_s - S_s(1+i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$ la derivada respecto de Sd_s viene definida como $\frac{\partial(1-\alpha_{con})}{\partial Sd_s} = \frac{Su_s - S_s(1+i_{rf})}{(Su_s - Sd_s)^2}$

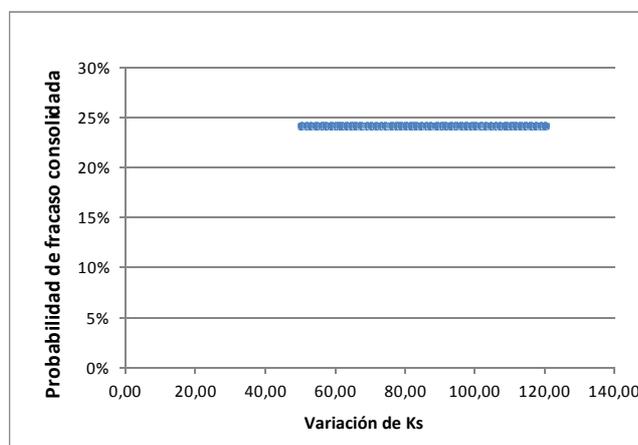
Podemos concluir que una mejora en la severidad activo del sistema incrementa las probabilidades de fracaso del sistema.

4.- Variación en el valor de repago de la deuda (K).

La variación en el valor de repago de la deuda, puede asimilarse a la variación en el apalancamiento del sistema. Conforme se incrementa K, el apalancamiento del sistema es mayor, dado que el resto de las variables se mantienen constantes.

Los efectos de la variación de K sobre la probabilidad de fracaso del sistema son nulos, ya que K no es una de las variables independientes de la variable dependiente probabilidad de fracaso. El siguiente gráfico refleja un caso típico de los nulos efectos de la modificación del apalancamiento sobre la probabilidad de fracaso del sistema.

Gráfico VII.13



Nota: Referido al sistema $C_{con}=f(100,120,50,K_s,3,00\%)$

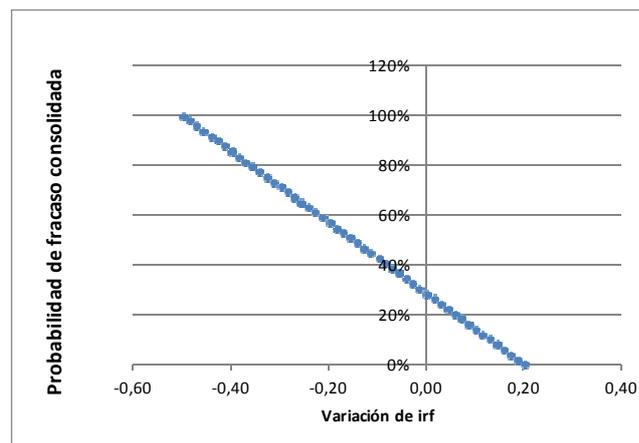
Dado que la probabilidad de pérdida consolidada se define como $1 - \alpha_{con} = \frac{Su_s - S_s(1+i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$ la derivada respecto de Sd_s viene definida como $\frac{\partial(1-\alpha_{con})}{\partial K_s} = 0$.

Podemos concluir que un incremento en el valor de reembolso de la deuda no modifica las probabilidades de fracaso del sistema.

5.- Variación en el tipo de interés sin riesgo (i_{rf}).

La última de las variables que puede influir en la estabilidad financiera son los tipos de interés sin riesgo. El siguiente gráfico presenta un caso típico de la influencia de esta variable sobre la estabilidad financiera del sistema en su dimensión de probabilidad de fracaso.

Gráfico VII.14



Nota: Referido al sistema $C_{con}=f(100,120,50,80, i_{rf})$

Dado que la probabilidad de pérdida consolidada se define como $1 - \alpha_{con} = \frac{Su_s - S_s(1+i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$ la derivada respecto de Sd_c viene definida como $\frac{\partial(1-\alpha_{con})}{\partial i_{rf}} = \frac{-S_s}{Su_s - Sd_s}$

Podemos concluir que un incremento la tasa de interés sin riesgo reduce las probabilidades de fracaso del sistema.

VII.3.- CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

Consideramos la probabilidad de fracaso consolidada como una medida adecuada de la dimensión probabilidad de fracaso de la estabilidad financiera.

En cualquier sistema que realice una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros y para cualquier valor que adopte el capital por diversidad, siempre pueden existir unidades cuya probabilidad de fracaso sea del 100%.

Es en los valores extremos de capitalización (mayor capital por diversidad y menor capital por diversidad), donde resultará más frecuente encontrarnos con unidades con probabilidades de fracaso cercanas al 100%.

La probabilidad de fracaso a efectos de estabilidad financiera puede estimarse utilizando la probabilidad de fracaso del sistema consolidado, que se define como:

$$1 - \alpha_{con} = \frac{Su_s - S_s(1 + i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$$

Los efectos sobre la estabilidad financiera (en su dimensión de probabilidad de fracaso) de la variación de las variables independientes del modelo que planteamos es la siguiente:

- Los incrementos en S y en i_{rf} (valor actual de los activos del sistema y tasa de interés sin riesgo) mejoran la estabilidad financiera, en su dimensión probabilidad de fracaso.
- Los incrementos en S_u y S_d (incremento de la prima de riesgo y reducción de la severidad de los activos del sistema) empeoran la estabilidad financiera, en su dimensión probabilidad de fracaso.
- Los incrementos en K (apalancamiento del sistema) resultan neutros para la estabilidad financiera del sistema, en su dimensión probabilidad de fracaso.

Conforme incrementamos el número de unidades que componen un sistema se incrementan las probabilidades de encontrar unidades con probabilidad de fracaso cercana a 100% o cercana a 0%.

VII.4.- CONSIDERACIÓN CONJUNTA DE LAS TRES DIMENSIONES DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA.

El siguiente cuadro refleja las principales conclusiones de las tres dimensiones de la estabilidad financiera.

Cuadro VII.1

(Evolución de la estabilidad financiera)	Pérdida Máxima $\frac{Max(Sd_s - K_s; Sd_s - S_s(1 + i_{rf}))}{(1 + i_{rf})}$		Concentración (IIC Absoluto) $Sd_s(1 - \frac{Sd_s}{Min(S_s(1 + i_{rf}), K_s)})$		Probabilidad de fracaso $(1 - \alpha_{con}) = \frac{Su_s - S_s(1 + i_{rf})}{(Su_s - Sd_s)}$
	$\Delta_{con} > (1 - \alpha_{con})$ Bonanza	$\Delta_{con} < (1 - \alpha_{con})$ Dificultades	$\Delta_{con} > (1 - \alpha_{con})$ Bonanza	$\Delta_{con} < (1 - \alpha_{con})$ Dificultades	
Incremento de S (incr. precio del activos)	(Neutro) 0	(Empeora) -1	(Neutro) 0	(Empeora) $\frac{Sd_s^2(1 + i_{rf})}{Min(S_s(1 + i_{rf}), K_s)^2}$	(Mejora) $\frac{-(1 + i_{rf})}{Su_s - Sd_s}$
Incremento de Su (incr. prima rendimiento del activo)	(Neutro) 0	(Neutro) 0	(Neutro) 0	(Neutro) 0	(Empeora) $\frac{2 Su_s - S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s}{(Su_s - Sd_s)^2}$
Incremento de Sd (reducción de la severidad)	(Mejora) +1	(Mejora) +1	(Variable) $1 - \frac{2 Sd_s}{Min(S_s(1 + i_{rf}), K_s)}$	(Variable) $1 - \frac{2 Sd_s}{Min(S_s(1 + i_{rf}), K_s)}$	(Empeora) $\frac{Su_s - S_s(1 + i_{rf})}{(Su_s - Sd_s)^2}$
Incremento de K (incr. prima coste del pasivos)	(Empeora) $-1/(1 + i_{rf})$	(Neutro) 0	(Empeora) $\frac{Sd_s^2}{Min(S_s(1 + i_{rf}), K_s)^2}$	(Neutro) 0	(Neutro) 0
Incremento de irf (incr. tipo libre de riesgo)	(Mejora) $+\frac{K_s - Sd_s}{(1 + i_{rf})^2}$	(Empeora) $-\frac{Sd_s}{(1 + i_{rf})^2}$	(Neutro) 0	(Empeora) $\frac{Sd_s^2 S_s}{Min(S_s(1 + i_{rf}), K_s)^2}$	(Mejora) $\frac{-S_s}{Su_s - Sd_s}$

Para definir la estabilidad financiera consideramos sus tres dimensiones: pérdida, concentración y probabilidad de crisis. Para representar la pérdida absoluta hemos desarrollado dos indicadores (pérdida máxima y pérdida mínima). Consideramos que la utilización de la pérdida máxima es suficiente dado que describe el peor de los escenarios que puede darse en un sistema.

Para representar la concentración también hemos desarrollado dos indicadores. Finalmente, también por simplicidad, utilizaremos sólo el IIC Absoluto ya que describe la máxima concentración que puede producirse en un sistema de unidades financiadas.

La modificación de las variables independientes del modelo (S , S_u , S_d , K , irf) tiene efectos variables sobre la estabilidad financiera en función de cuál sea la situación de partida. Podemos asimilar la situación de partida $\Delta_{con} > (1 - \alpha_{con})$ con una situación de bonanza económica para el sistema. En esta situación las probabilidades de crisis son bajas y las unidades del sistema tienen un nivel de eficiencia financiera alta (la variación del activo se traslada en una proporción apreciable al valor de las acciones).

El segundo escenario de partida que nos condiciona se produce cuando la situación es la contraria; la hemos denominado situación de dificultades. En ella, las probabilidades de crisis son altas y la eficiencia financiera del sistema es baja.

Cada una de las variables independientes de nuestro modelo puede interpretarse de la siguiente manera. Un incremento en S puede interpretarse como un incremento en el precio de mercado de los activos de la empresa. Un incremento en S_u puede interpretarse como un incremento en la prima de riesgo de los activos, ya que utilizamos derivadas parciales, considerando que la tasa de interés sin riesgo se mantiene constante. Un incremento en S_d puede interpretarse como una reducción de la severidad de los activos en el escenario de crisis. Un incremento en K puede considerarse como un incremento de la prima de riesgo pagada por los bonos dado que utilizamos derivadas parciales y consideramos que la tasa de interés sin riesgo se mantiene constante. Por último, un incremento en irf es un incremento en la tasa libre de riesgo.

Con estos antecedentes podemos analizar los efectos conjuntos sobre la estabilidad financiera de las modificaciones en cada una de las variables independientes de nuestro modelo.

1.- Incremento en el valor de mercado de los activos del sistema. Un incremento en el valor de mercado de los activos del sistema reduce la probabilidad de fracaso (lo que tiende a mantener el escenario de bonanza).

1.1.- En una situación de bonanza. Un incremento en el valor de mercado de los activos del sistema resulta neutro, tanto para la pérdida máxima, como para la concentración.

1.2.- En una situación de dificultades. Incrementa la pérdida máxima a sufrir por los obligacionistas del sistema e incrementa la concentración.

2.- Incremento en la prima de rendimiento del activo. El único efecto es que la probabilidad de fracaso empeora. Tanto en una situación de bonanza como en una situación de dificultad, el efecto, tanto para la pérdida, como para la concentración, resulta neutro.

3.- Reducción de la severidad del activo, caso de fracaso.

Su evolución no depende de si nos encontramos ante una situación de bonanza o una situación de dificultades. La pérdida máxima mejora en todo caso, mientras que la evolución de la concentración depende de si S_d es mayor o menor que $\frac{\text{Min}(S_c(1+i_{rf});K)}{2}$.

4.- Incremento de la prima de coste de los pasivos. Resulta neutro para la probabilidad de fracaso.

4.1.- En un entorno de bonanza, esta modificación empeora tanto la pérdida máxima y como la concentración.

4.2.- En un entorno de dificultades, resulta neutro tanto para la pérdida máxima, como para la concentración

5.- Incremento de la tasa libre de riesgo. La probabilidad de fracaso mejora.

5.1.- En una situación de bonanza. Mejora la probabilidad de fracaso, lo que tiende a mantener la situación de bonanza $\Delta_{con} > (1 - \alpha_{con})$. Mejora la pérdida máxima, resultando neutra para la concentración.

5.2.- En una situación de dificultades. Mejora la probabilidad de fracaso, lo que tiende a hacer volver a una situación de bonanza $\Delta_{con} > (1 - \alpha_{con})$. Además, empeora tanto la pérdida máxima, como la concentración.

VII.5.- APLICACIÓN DEL MODELO.

En este apartado vamos a analizar si los resultados de la aplicación del modelo resultan consistentes con la rentabilidad. Para ello, aplicamos el modelo sobre una muestra de países, lo que nos permitirá obtener la pérdida máxima, la concentración y la probabilidad de pérdida de cada sistema financiero nacional. Para ello partimos de la información obtenida de la base de datos de la OCDE⁸⁶.

A continuación, tomaremos los datos sobre los costes de recapitalización en cada país consecuencia de la crisis financiera iniciada en el verano de 2007. Tomaremos la información de Leaven (2012).

⁸⁶ OECD (2012), "Main Economic Indicators - complete database", *Main Economic Indicators* (database).

Relacionaremos las tres dimensiones de nuestro concepto de estabilidad financiera con los costes de la crisis para el sector público a fin de analizar si las dimensiones del modelo pueden explicar tales ayudas.

Partimos de la base de datos de OCDE⁸⁷ sobre los sistemas bancarios de distintos países. Para todos los datos que a continuación se expresan se toma la cifra media de 2005, 2006 y 2007, a fin de evitar que cifras con desviaciones anuales elevadas perturben el resultado del modelo.

Para realizar los cálculos las variables independientes del modelo tomamos una muestra de países de la OCDE (todos aquellos de los que existe información de las variables necesarias). Los datos los obtenemos de la base de datos de la OCDE on line para los sistemas bancarios. Utilizamos las magnitudes medias de los ejercicios 2004 a 2007 inclusive, de la siguiente forma:

- S: Tomamos el balance medio de los ejercicios 2004, 2005, 2006 y 2007. Los datos los obtenemos de la base de datos de la OCDE para los sistemas bancarios.
- S_u : Consideramos los ingresos medios por intereses y no por intereses de los ejercicios 2004, 2005, 2006 y 2007 de los activos del sistema y los dividimos por el balance medio, a fin de obtener el rendimiento medio de los activos (i_s), de tal manera que $S_u = S(1 + i_s)$. Los datos los obtenemos de la base de datos de la OCDE para los sistemas bancarios.
- S_d : Consideramos una caída porcentual igual al incremento porcentual del GDP entre los ejercicios 2004 y 2007.
- K: Lo calculamos en dos pasos. En primer lugar, calculamos el valor actual de los pasivos por diferencia entre el balance y el capital, sobre datos medios de los ejercicios 2004, 2005, 2006 y 2007. Dado que la base de datos de OCDE no contempla los distintos tipos de capital en los distintos sistemas financieros, el capital lo calculamos como el valor mínimo entre los datos de Tier I, capital más reservas y capital regulatorio. Por diferencia entre este capital y S, hallamos el valor de los pasivos. En segundo lugar, para pasar del valor actual de los pasivos al valor futuro de los activos (K) sumamos al valor de los pasivos los gastos financieros medios de los ejercicios 2004, 2005, 2006 y 2007.
- i_{rf} : Tomamos el tipo medio de intervención de los bancos centrales de los años 2004, 2005, 2006 y 2007.

A continuación mostramos las tablas con los principales datos utilizados.

⁸⁷ OECD (2012), "Main Economic Indicators - complete database", *Main Economic Indicators* (database).

Cuadro VII.2

Moneda Local	Activos Medios del Sector Bancario	Interest + Non Interest Income		GDP 2004	GDP 2007	Caída estimada del valor de los activos		Tier I	Capital and reserves	Total regulatory Capital	Capital	Liabilities	Interest expenses	Valor de repago de la deuda	Tasa sin riesgo
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c = a + b</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	$f = (e/d) - 1$	$g = a * (1 - f)$	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j</i>	$k = \text{media}(h, i, j)$	$l = a - k$	<i>i</i>	$j = h + i$	<i>k</i>
	S		Su				Sd							K	irf
Austria	728.736	36.607	765.343	234.707.829.000	274.019.785.000	17%	606.677	41.809	43.801	59.260	41.809	686.926	20.640	707.566	3,94%
Belgium	1.078.259	66.343	1.144.602	291.288.000.000	335.815.000.000	15%	913.434	40.920	38.981	42.109	38.981	1.039.278	50.644	1.089.922	3,94%
Canada	2.237.876	138.991	2.376.867	1.290.906.000.000	1.529.589.000.000	18%	1.824.102	0	128.684	0	0	2.237.876	56.804	2.294.680	3,81%
Chile	62.495.436	5.136.619	67.632.055	60.546.524.552.994	90.428.771.039.804	49%	31.651.320	4.777.259	5.603.886	6.247.856	4.777.259	57.718.177	2.334.633	60.052.810	4,58%
Czech Republic	3.124.609	171.524	3.296.133	2.929.172.000.000	3.662.573.000.000	25%	2.342.275	167.712	281.155	182.702	167.712	2.956.897	52.687	3.009.584	3,63%
Denmark	3.037.615	154.035	3.191.650	1.466.181.000.000	1.695.264.000.000	16%	2.563.004	0	194.027	0	0	3.037.615	78.624	3.116.239	3,14%
Estonia	12.303	814	13.117	9.685.274.156	16.069.402.998	66%	4.193	1.119	1.228	1.379	1.119	11.184	309	11.493	3,94%
Finland	226.587	9.715	236.302	152.266.000.000	179.830.000.000	18%	185.569	0	21.251	0	0	226.587	4.861	231.448	3,94%
France	4.716.610	251.397	4.968.007	1.655.572.000.000	1.886.793.000.000	14%	4.057.877	0	207.660	0	0	4.716.610	167.031	4.883.641	3,94%
Germany	6.015.143	301.151	6.316.293	2.195.700.000.000	2.428.500.000.000	11%	5.377.385	0	252.676	0	0	6.015.143	191.629	6.206.772	3,94%
Ireland	1.012.046	45.396	1.057.442	150.194.342.410	188.729.230.422	26%	752.389	52.214	47.371	60.436	47.371	964.675	29.785	994.460	3,94%
Israel	912.059	59.363	971.422	566.590.095.200	683.352.185.800	21%	724.103	57.029	54.877	83.195	54.877	857.182	21.209	878.391	4,45%
Italy	2.703.662	131.614	2.835.277	1.397.728.275.885	1.554.198.903.604	11%	2.400.997	190.362	206.130	239.160	190.362	2.513.301	53.337	2.566.637	3,94%
Japan	759.376.790	15.184.379	774.561.169	503.725.400.000.000	512.975.200.000.000	2%	745.432.519	0	35.902.345	0	0	759.376.790	3.774.802	763.151.592	0,34%
Korea	1.113.559.875	71.685.884	1.185.245.759	826.892.700.000.000	975.013.000.000.000	18%	914.089.227	66.243.596	65.980.818	95.926.733	65.980.818	1.047.579.057	33.867.466	1.081.446.523	4,27%
Luxembourg	731.458	49.647	781.105	27.455.892.000	37.490.546.000	37%	464.123	0	31.685	0	0	731.458	40.145	771.603	3,94%
Mexico	3.824.402	447.125	4.271.526	8.574.823.220.000	11.320.836.376.500	32%	2.599.670	327.919	368.335	352.197	327.919	3.496.483	210.617	3.707.100	7,90%
Netherlands	2.672.785	164.093	2.836.878	491.184.000.000	571.773.000.000	16%	2.234.258	101.848	96.126	119.252	96.126	2.576.659	105.702	2.682.361	3,94%
New Zealand	266.426	22.637	289.064	150.487.000.000	179.210.000.000	19%	215.574	11.839	19.752	15.572	11.839	254.588	14.298	268.885	7,77%
Norway	2.271.111	121.652	2.392.763	1.752.812.000.000	2.306.446.000.000	32%	1.553.770	106.946	133.411	133.331	106.946	2.164.165	66.938	2.231.103	3,94%
Poland	611.890	50.695	662.585	924.537.600.000	1.176.736.700.000	27%	444.976	55.284	58.767	50.270	50.270	561.620	15.629	577.249	6,50%
Slovak Republic	44.297	2.931	47.228	45.161.376.000	61.449.714.000	36%	28.321	2.897	2.756	2.750	2.750	41.547	1.050	42.597	5,38%
Slovenia	32.344	2.212	34.556	27.164.680.750	34.593.646.907	27%	23.498	1.980	2.532	2.762	1.980	30.363	838	31.201	4,88%
Spain	2.071.338	102.278	2.173.615	841.294.000.000	1.053.161.000.000	25%	1.549.703	129.059	168.536	192.466	129.059	1.942.279	47.753	1.990.032	3,94%
Sweden	4.621.977	215.884	4.837.861	2.660.957.000.000	3.126.018.000.000	17%	3.814.184	264.163	288.815	374.820	264.163	4.357.814	104.008	4.461.822	3,38%
Switzerland	2.805.402	144.867	2.950.269	465.347.775.594	540.800.427.232	16%	2.350.527	141.647	147.473	143.848	141.647	2.663.755	75.844	2.739.599	3,14%
United States	11.623.128	846.204	12.469.331	11.853.250.000.000	14.028.675.000.000	18%	9.489.937	0	1.233.795	1.156.772	0	11.623.128	269.164	11.892.291	4,13%
Russian Federation	10.641.063	1.487.961	12.129.024	17.027.190.900.000	33.247.513.200.000	95%	504.249	1.316.885	1.729.624	1.638.156	1.316.885	9.324.178	404.058	9.728.236	11,00%

Para el cálculo del valor de las ayudas partimos de los costes de recapitalización, más las compras de activos, menos las recuperaciones de cada nación incluida en la muestra, según los datos facilitados por Laeven (2012). Tales datos son ofrecidos por ese autor como porcentaje de GDP. Transformamos el valor de las ayudas para expresarlo como porcentaje de los activos del sistema bancario, según se detalla en la siguiente tabla, ya que nuestro modelo no contempla como variable el GDP. El GDP de la siguiente tabla está expresado en moneda local y a precios corrientes. Los activos del sistema que utilizamos son el valor del activo (S) expresado en la tabla anterior.

Cuadro VII.3

	%AYUDAS S/ GDP	GDP 2011	AYUDAS	%AYUDAS S/ ACTIVO
Austria	-4,9	300.712.439.000	-14.734.909.511	-2,0
Belgium	-6,0	369.838.000.000	-22.190.280.000	-2,1
Canada	0,0	1.720.748.000.000	0	0,0
Chile	0,0	120.232.603.398.722	0	0,0
Czech Republic	0,0	3.807.802.000.000	0	0,0
Denmark	-3,1	1.782.515.000.000	-55.257.965.000	-1,8
Estonia	0,0	15.951.358.842	0	0,0
Finland	0,0	189.368.000.000	0	0,0
France	-1,0	1.996.584.000.000	-19.965.840.000	-0,4
Germany	-1,8	2.592.600.000.000	-46.666.800.000	-0,8
Ireland	-40,7	158.992.737.096	-64.710.043.998	-6,4
Israel	0,0	871.827.379.800	0	0,0
Italy	-0,3	1.579.659.148.705	-4.738.977.446	-0,2
Japan	0,0	468.191.100.000.000	0	0,0
Korea	0,0	1.237.128.200.000.000	0	0,0
Luxembourg	-7,7	42.821.717.000	-3.297.272.209	-0,5
Mexico	0,0	14.342.320.811.500	0	0,0
Netherlands	-5,6	601.973.000.000	-33.710.488.000	-1,3
New Zealand	0,0	201.118.000.000	0	0,0
Norway	0,0	2.720.499.000.000	0	0,0
Poland	0,0	1.524.678.500.000	0	0,0
Slovak Republic	0,0	69.058.194.000	0	0,0
Slovenia	-3,6	36.171.843.480	-1.302.186.365	-4,0
Spain	-3,8	1.063.355.000.000	-40.407.490.000	-2,0
Sweden	-0,7	3.502.534.000.000	-24.517.738.000	-0,5
Switzerland	0,4	586.784.049.552	2.347.136.198	0,1
United States	-2,1	15.075.675.000.000	-316.589.175.000	-2,7
Russian Federation	-2,3	54.585.622.800.000	-1.255.469.324.400	-11,8

Sobre la base de los datos anteriores, en el siguiente cuadro, reflejamos en base 100 las variables independientes de nuestro modelo (S, Su, Sd, K, Irf). Partiendo de estas magnitudes calculamos las 3 dimensiones del modelo que proponemos: (i) pérdida absoluta, representada a través de la pérdida máxima, (ii) concentración, representada a través del Índice Individual de Concentración Absoluto y (iii)

probabilidad de fracaso, representada mediante la probabilidad de fracaso consolidada.

Cuadro VII.4

Base 100	S	Su	Sd	K	Irf	PMAX	IIC ABS	PROB FRAC	%AYUDAS S/ ACTIVO
Austria	100,0	105,0	83,3	97,1	3,94%	13,3	11,9	4,99%	-2,0%
Belgium	100,0	106,2	84,7	101,1	3,94%	15,7	13,7	10,33%	-2,1%
Canada	100,0	106,2	81,5	102,5	3,81%	20,3	16,7	9,71%	0,0%
Chile	100,0	108,2	50,6	96,1	4,58%	43,5	24,0	6,32%	0,0%
Denmark	100,0	105,1	84,4	102,6	3,14%	17,7	15,0	9,34%	-1,8%
Estonia	100,0	106,6	34,1	93,4	3,94%	57,1	21,6	3,69%	0,0%
Finland	100,0	104,3	81,9	102,1	3,94%	19,5	16,2	1,56%	0,0%
France	100,0	105,3	86,0	103,5	3,94%	16,8	14,5	7,22%	-0,4%
Germany	100,0	105,0	89,4	103,2	3,94%	13,3	11,9	6,85%	-0,8%
Ireland	100,0	104,5	74,3	98,3	3,94%	23,0	18,1	1,82%	-6,4%
Israel	100,0	106,5	79,4	96,3	4,45%	16,2	13,9	7,60%	0,0%
Italy	100,0	104,9	88,8	94,9	3,94%	5,9	5,7	5,79%	-0,2%
Japan	100,0	102,0	98,2	100,5	0,34%	2,2	2,1	43,33%	0,0%
Korea	100,0	106,4	82,1	97,1	4,27%	14,4	12,7	8,90%	0,0%
Luxembourg	100,0	106,8	63,5	105,5	3,94%	39,0	24,7	6,58%	-0,5%
Mexico	100,0	111,7	68,0	96,9	7,90%	26,8	20,3	8,67%	0,0%
Netherlands	100,0	106,1	83,6	100,4	3,94%	16,1	14,0	9,77%	-1,3%
New Zealand	100,0	108,5	80,9	100,9	7,77%	18,6	16,0	2,65%	0,0%
Norway	100,0	105,4	68,4	98,2	3,94%	28,7	20,8	3,84%	0,0%
Poland	100,0	108,3	72,7	94,3	6,50%	20,3	16,7	5,02%	0,0%
Slovak Republic	100,0	106,6	63,9	96,2	5,38%	30,6	21,4	2,91%	0,0%
Slovenia	100,0	106,8	72,7	96,5	4,88%	22,7	17,9	5,74%	-4,0%
Spain	100,0	104,9	74,8	96,1	3,94%	20,5	16,6	3,32%	-2,0%
Sweden	100,0	104,7	82,5	96,5	3,38%	13,6	12,0	5,85%	-0,5%
Switzerland	100,0	105,2	83,8	97,7	3,14%	13,4	11,9	9,48%	0,1%
United States	100,0	107,3	81,6	102,3	4,13%	19,8	16,5	12,31%	-2,7%
Russian Federation	100,0	114,0	4,7	91,4	11,00%	78,1	4,5	2,73%	-11,8%

Partiendo de los datos del cuadro anterior podemos analizar en qué medida las tres dimensiones de la estabilidad financiera del modelo que proponemos son capaces de explicar las ayudas públicas que, hasta ahora, han sido necesarias en crisis bancarias desencadenadas en los distintos países. Para ello, realizamos una regresión lineal, cuyos resultados se reflejan en el siguiente cuadro.

Cuadro VII.5

	PROB FRAC	IIC ABS	PMAX	b	R2	sev	SS reg
	-0,0191	0,0012	-0,0012	0,0000	55%	0,0204	0,0122
	se3	se2	se1	seb	F	df	SS resid
	0,0442	0,0005	0,0003	#N/A	9,8183	24,0000	0,0100
	Test T			Test F			
Valor de T	-0,4319	2,5242	-4,7488	Valor de F	9,8183		
Valor crítico de T	2,1314	2,1314	2,1314	Valor crítico de F	0,0002		

La ecuación obtenida es la siguiente:

$$-0,0012 \text{ PMax} + 0,0012 \text{ IIC Abs} - 0,0191 \text{ Prob Frac} = \% \text{Ayudas}$$

El R² que obtenemos es elevado, alcanzando un 55%, si bien al realiza el Test T de cada una de las coeficientes obtenidos los valores que se alcanzan no son

elevados. No obstante, para un nivel de significación del 5% resultan estadísticamente significativos tanto la pérdida absoluta, como la concentración.

El contraste de hipótesis mediante el estadístico F se sitúa en 9,82. El valor crítico de F es de 0,0002. Esto nos permite concluir que los resultados no se produjeron por azar y que la ecuación tiene valor explicativo de la variable dependiente. La probabilidad de que se obtenga tal valor de F por azar es del 0,02%.

El contraste de hipótesis mediante el Test-t, para un nivel de significación del 5%, dado unos valores de T es de 0,43 para la probabilidad de fracaso, de 2,52 para la concentración y de 4,75 para la pérdida absoluta, y dado que el valor crítico de T es de 2,13, nos permite concluir que el coeficiente de la pendiente es útil para calcular la variable independiente en el caso de la pérdida absoluta y de la concentración, pero no para el caso de la probabilidad de fracaso.

Podemos concluir que se aprecia relación estadísticamente significativa entre la pérdida absoluta y la concentración, por un lado, y las ayudas recibidas, por otro lado.

Respecto de la probabilidad de crisis, nuestro modelo no trata de relacionar esta variable con la pérdida final sufrida con un sistema, sino con la ocurrencia o no ocurrencia del fenómeno. La siguiente tabla recoge las probabilidades de crisis calculadas según nuestro modelo ordenadas de mayor a menor. También si la crisis ha sucedido o no. Exceptuamos Japón que constituye un valor extremo dado que su probabilidad de crisis es sustancialmente más elevada que el resto.

Cuadro VII.5

	a	b	c	d	e
	PROB FRAC	CRISIS	Nº CASOS CRISIS	Nº CASOS	e=c/d
United States	12,3%	SÍ	1	1	100%
Belgium	10,3%	SÍ	2	2	100%
Netherlands	9,8%	SÍ	3	3	100%
Canada	9,7%	NO	3	4	75%
Switzerland	9,5%	SÍ	4	5	80%
Denmark	9,3%	SÍ	5	6	83%
Korea	8,9%	NO	5	7	71%
Mexico	8,7%	NO	5	8	63%
Israel	7,6%	NO	5	9	56%
France	7,2%	SÍ	6	10	60%
Germany	6,8%	SÍ	7	11	64%
Luxembourg	6,6%	SÍ	8	12	67%

Chile	6,3%	NO	8	13	62%
Sweden	5,9%	SÍ	9	14	64%
Italy	5,8%	SÍ	10	15	67%
Slovenia	5,7%	SÍ	11	16	69%
Poland	5,0%	NO	11	17	65%
Austria	5,0%	SÍ	12	18	67%
Norway	3,8%	NO	12	19	63%
Estonia	3,7%	NO	12	20	60%
Spain	3,3%	SÍ	13	21	62%
Slovak Republic	2,9%	NO	13	22	59%
Russian Federation	2,7%	SÍ	14	23	61%
New Zealand	2,7%	NO	14	24	58%
Ireland	1,8%	SÍ	15	25	60%
Finland	1,6%	NO	15	26	58%

A la vista de los resultados anteriores podemos indicar que para las probabilidades de crisis más elevadas previstas por nuestro modelo (superiores al 9%) la probabilidad proyectada por el modelo captura la mayor parte de los casos de crisis (el 83%) que finalmente se han producido.

Además, debe tenerse en cuenta para valorar los resultados obtenidos que todo este análisis cuenta con dos importantes limitaciones. La primera se refiere a la heterogeneidad y calidad de los datos, consecuencia de trabajar con un nivel de agregación tan elevado. La segunda se refiere a que las ayudas públicas a los sistemas financieros no pueden darse por terminadas, ni las recuperaciones por las naciones de las ayudas comprometidas tampoco, con lo que tal cifra no es definitiva y variará con el tiempo.

Como conclusión, podemos considerar el resultado de este análisis estadístico satisfactorio, no tanto a los efectos de predecir con precisión mediante el mismo el montante de las ayudas públicas a otorgar a un sistema financiero, como para realizar un mínimo contraste del modelo teórico presentado en este trabajo con la realidad de varios sistemas financieros.

VII.6.- CONSIDERACIÓN FINAL SOBRE EL MODELO.

Como conclusión a las ideas incluidas hasta ahora en este trabajo, nos vamos a referir a los requisitos que la literatura más autorizada establece como necesarios para constituir una metodología adecuada de cuantificación de la estabilidad financiera de un sistema.

Goodhart (2004) indica que para construir un modelo adecuado para cuantificar la estabilidad financiera sistémica, este debe tener tres características esenciales. En primer lugar, deben existir mercados incompletos, pues de otra forma todas las contingencias pueden ser cubiertas. En segundo lugar, los bancos pueden comportarse de forma totalmente diferente, por lo que es imposible considerar el contagio en un modelo de “n” bancos idénticos. En tercer lugar, más importante y aún más difícil es que resulta necesario un modelo de default. La mayoría de los modelos macroeconómicos asumen que nunca existe el default, ya que las deudas son pagadas en el horizonte final.

En esta línea, Borio (2009b) indica que las medidas ex ante de la estabilidad financiera deben identificar la probabilidad y los costes del financial distress futuro.

El modelo que acabamos de exponer se aproxima a estos requisitos ya que la teoría de opciones considera los contratos como incompletos. Además, el comportamiento de las unidades que componen el sistema resulta heterogéneo. Es más, precisamente para conocer la estabilidad financiera potencial nuestro modelo exige que las unidades que componen un sistema tengan comportamiento absolutamente heterogéneos. Por último, la probabilidad de default es considerada como una de las tres dimensiones que definen la estabilidad financiera de un sistema. En suma contempla tanto probabilidad, como costes del financial distress futuro.

CAPÍTULO VIII

EFFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA DE LOS SISTEMAS DE RETRIBUCIÓN VARIABLE EN EL SECTOR BANCARIO.

CAPÍTULO VIII.- EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA DE LOS SISTEMAS DE RETRIBUCIÓN VARIABLE EN EL SECTOR BANCARIO.

En este apartado, vamos a analizar los efectos de la retribución de los gestores sobre la estabilidad financiera, aplicando el modelo propuesto en este trabajo.

En las últimas décadas, se ha incrementado de manera sustancial el peso de la retribución ligada a la evolución de las acciones en los directivos bancarios, como ponen de manifiesto diversos trabajos, entre los que pueden citarse a Cuñat, V. y Guadalupe, M. (2009)⁸⁸ o a Chen, C.R., Steiner, T.L. y Whyte, A.M. (2006).

Existen dos líneas básicas que analizan esta evolución. La primera pone el acento en que se trata de una manera de alinear la actuación de los directivos con los intereses de los accionistas, de forma que aquellos aprovechen mejor las oportunidades que el mercado les ofrece. Esta postura es coherente con la teoría de la agencia.

En esta línea, se considera que los directivos tienden a orientar su gestión hacia la prudencia, debido a que, de esta manera, consiguen estar el mayor tiempo posible en su puesto, como explican Knopf, J. D., Nam, J. and Thornton J.H.Jr., (2002) para empresas bancarias y no bancarias. En especial, la quiebra de un banco frecuentemente termina con su liquidación (a diferencia de lo que sucede con las empresas no financieras) lo que hace perder su puesto al CEO del mismo. Además, el impacto reputacional de la insolvencia en el sector bancario hace que el gestor no tenga oportunidades de gestionar otra entidad. Por este motivo, la aplicación de criterios de gestión prudentes permitiría los gestores bancarios maximizar su interés personal. Puede verse en este sentido, el trabajo de Mehran, H. and Rosenberg, J.V. (2007) orientado a empresas bancarias.

Abundando en esta línea, algunos autores ponen de manifiesto que la prudencia de los gestores de una empresa tienen su origen en que una porción significativa de la riqueza de estos gestores se encuentra invertida en la empresa, tanto por la vía de la cartera de acciones, como por la vía de su propio capital humano en la firma, como puede verse en Nam, J., Ottoo, R.E., and Thornton J.H. Jr., (2003).

⁸⁸ Trabajo empírico sobre el sector bancario donde los autores encuentran que la desregulación incrementa la competencia y cambia sustancialmente la estructura de la retribución: incrementa el peso de los componentes variables e incrementa la sensibilidad al pago por resultados haciendo caer el peso del componente fijo; al mismo tiempo, indican que el efecto final del variable sobre la retribución total es pequeño.

Como forma de paliar esta discrepancia entre los intereses de las accionistas y los intereses de los gestores se plantea la solución de convertir el flujo de caja que reciben los directivos en una función convexa del precio de la acción de la compañía. De esta manera se introducen incentivos para que los gestores se alineen de manera más estrecha con los intereses de los accionistas. Las stocks options se constituyen como el principal modo de introducir esta convexidad. Precisamente, los efectos de introducir esta convexidad se manifiestan en una mayor asunción de riesgo por la firma, como ponen de manifiesto diversos trabajos empíricos, entre los que podemos citar a Ellul, A. and V. Yerramilli (2010)⁸⁹, a John, K. and Qian, Y. (2003)⁹⁰, a DeYoung, R., Peng, E.Y., Yan, M. (2010)⁹¹ y a Coles, J.L., Daniel, N.D., Naveen, L., (2006)⁹²

La otra línea básica que aborda el asunto de la retribución variable, en su vertiente más radical, pone el acento en considerar esta práctica compensatoria como una forma abusiva de no respetar los derechos del conjunto de stakeholders. La consideran como un modo de fomentar que directivos y accionistas no soporten sobre sí mismos las consecuencias negativas de sus propios actos, exacerbando la transferencia de riesgos hacia otros stakeholders como bonistas, depositantes o el propio Estado. Esta cesión de riesgos haría posible que los gestores decidiesen emprender proyectos con valor actual negativo para la empresa, dado que tales proyectos podrían tener valor actual positivo para los propios gestores. En este sentido, puede verse Bebchuk, L.A., Spamann, H., (2009), trabajo que se ocupa específicamente del sector bancario.

Algunos trabajos van más allá de las consecuencias inmediatas de estas retribuciones y analizan la reacción de los acreedores (bonistas) ante su establecimiento. Así, John, T.A. and John, K. (1993) indican que una retribución

⁸⁹ Encuentra correlaciones positivas entre la proporción de inversores institucionales y el riesgo asumido por la firma. También entre la vega de la retribución del CEO y el riesgo asumido por la firma. Asimismo, hallan correlación positiva entre la delta de la retribución del CEO y el riesgo asumido por la firma.

⁹⁰ Trabajo empírico sobre el sector bancario en que los autores sostienen que cuanto mayor es la sensibilidad de la retribución al valor de las acciones mayores son los incentivos para que el CEO cambie la composición del activo, hacia activos más arriesgados en beneficio propio. Proponen que cuanto mayor sea el apalancamiento de la firma, menor sea la sensibilidad de la retribución al valor de las acciones. También que cuanto mayor sea el tamaño de la firma, menor sea esta sensibilidad.

⁹¹ Encuentran evidencia de que las políticas bancarias están influenciadas por los sistemas de incentivos de los CEO. Analizan las deltas y las vegas de las retribuciones (la variación de la riqueza de los CEO ante variaciones de precio y de la volatilidad). Encuentran evidencia de que las altas vegas generan que el balance bancario tenga un mayor componente de inversiones bancarias no tradicionales.

⁹² Trabajo empírico, no específico sobre el sector bancario, que encuentra que mayor vega (sensibilidad al volatilidad del precio de la acción) en las retribuciones de los CEO generan políticas más arriesgadas, mayores gastos en investigación y desarrollo, menor número de líneas de negocio y mayor apalancamiento.

directiva diseñada cuidadosamente para minimizar los costes de agencia de los recursos propios puede disparar los costes de agencia de la deuda. Esto generaría un incremento el precio la prima de riesgo de los bonos. Por ello, llegan a considerar que la reducción de los costes de agencia de los bonistas beneficiaría en última instancia a los accionistas, como poseedores últimos de los derechos residuales del valor de la firma.

Una parte relevante de esta literatura, se centra en elementos que pueden influir en la estabilidad financiera, aun sin tratar a esta explícitamente. Así se sostiene que la retribución a través de stock options en el sector bancario puede generar inversiones más arriesgadas, como puede verse en Chen, C.R., Steiner, T.L. y Whyte, A.M. (2006) en Ellul, A. and V. Yerramilli (2010) y en Mehran, H., Rosenberg, J.V., (2007)⁹³. No obstante, este último trabajo indica que una mayor presencia de stock options en la retribución incrementa los niveles de capital, reduciendo el apalancamiento. Indican que quizá la retribución en stocks options crea un pasivo contingente para la firma que necesita ser financiado de forma anticipada.

Por su parte, resulta muy clarificadora la aportación de Salas Fumás (2009) quien considera que “si tenemos en cuenta el peso relativo de cada una de las fuentes de financiación en el pasivo de las entidades habrá razones para recomendar que se prime la alineación con los intereses de los acreedores sobre los de los accionistas. En este sentido, el sistema retributivo de los directivos que más acerca sus preferencias a las de los acreedores es el salario fijo (pues la compensación no se condiciona a los resultados mientras la empresa sea viable)”.

En línea con estas aportaciones, de nuevo algunos trabajos se plantean una posible reacción de los acreedores (bonistas). Así, autores como Liu Y. y Mauer D.C. (2012) muestran (sin centrarse en el sector bancario) que los bonistas exigen mayores covenant de liquidez en aquellas firmas en las que las vegas (sensibilidad a la volatilidad en el precio de la acción) de la retribución variable sean más elevadas.

Por tanto, no existe en la literatura un análisis expreso de los efectos de la retribución variable sobre la estabilidad financiera por no quedar claros los efectos del juego combinado de todos estos factores (vegas, deltas, apalancamiento, liquidez, modificación en la composición de los activos...) a fin de conocer la repercusión real de la retribución variable sobre la estabilidad financiera. A la vista

⁹³ Concluyen que mayores niveles de opciones sobre acciones en la retribución generan inversiones más arriesgadas. En particular, mayores niveles de opciones en la retribución se asocian con mayor nivel de capital y mayor volatilidad de los activos. Usan una muestra de 549 bancos-años para bancos cotizados en el periodo 1992-2002.

de estos trabajos es altamente probable que la estabilidad financiera pueda verse afectada por la estructura de compensación directiva, pero no queda claro el efecto conjunto de estos factores. El hecho de que el concepto de estabilidad financiera sea todavía difuso entre la doctrina contribuye, sin duda, a la falta de claridad sobre esta cuestión.

Tan sólo hemos hallado una publicación conectada con los efectos de la política retributiva directiva sobre la estabilidad financiera. Se trata del trabajo de Hagendorff, J. y Vallascas, F. (2011), quienes argumentan, para el sector bancario, que los incentivos al CEO compuestos por stock-options se asocian a incrementos en el riesgo de default, medido a través de la distancia a la quiebra. En este mismo trabajo, se muestra que los incentivos monetarios a los directivos se asocian a menores niveles de riesgo de default. Recordemos que la distancia a la quiebra es una de las medidas utilizadas por algunos estudios sobre estabilidad financiera.

Sin entrar con claridad en el campo de la estabilidad financiera, pero realizando la aportación de tomar como marco de referencia la actual crisis, Fahlenbrach R. and Stulz, R.M. (2011) investigan si el comportamiento de los bancos durante la crisis está relacionado con las compensaciones de los directivos en la etapa previa a la crisis. Encuentran que cuanto mayor es el alineamiento⁹⁴ entre la retribución de los CEO y los intereses de los accionistas, peor es el comportamiento de la rentabilidad del banco tras la crisis. No encuentran evidencia de que una mayor sensibilidad de la retribución a la volatilidad en el precio de las acciones (vía stock options) sea peor para el comportamiento de la rentabilidad de la acción durante la crisis.

Otro aspecto que importa comentar tras la revisión bibliográfica de esta materia, se refiere a que la retribución variable en el sector bancario tiene algunas peculiaridades que la diferencian de la propia de otros sectores. En primer lugar, su importancia cualitativa, tradicionalmente, es menor que en otros sectores, (i) al no ser tan importante el componente variable respecto a la retribución total como en otras industrias, y (ii) al no ser tan frecuente la retribución con stock options como en otros sectores, tal y como han puesto de manifiesto Houston and James (1995). Algunos autores indican que esta peculiaridad estaría relacionada con el elevado nivel de apalancamiento⁹⁵ que mantiene el sector bancario en comparación con otros sectores. Un elevado apalancamiento, en el sector bancario o en cualquier otro sector, tiende a reducir la retribución en acciones o vinculada a resultados, como ponen de manifiesto John, T.A. and John, K. (1993). En segundo lugar,

⁹⁴ Se considera que un mayor alineamiento se consigue cuando el salario directivo se incrementa si los el valor de las acciones aumenta.

⁹⁵ Bolton, P., Mehran, H. y Shapiro, J. (2011) señala que mientras que en otros sectores el apalancamiento ronda el 40%, en el sector bancario este alcanza, al menos, el 90% y en banca de inversión se acerca al 95%

porque la regulación a que se encuentra sometido el sector bancario hace que los efectos de la retribución sobre el riesgo asumido por la entidad sea menores que en otros sectores, como apuntan Smith and Watts (1992). Una tercera diferencia, en sentido contrario a la anterior, se refiere a la elevada capacidad de los directivos bancarios para modificar la composición de su activo de forma más rápida que en otros sectores económicos, lo que hace que las asimetrías informativas y la opacidad del activo sea mucho más elevada que en otros sectores, como pone de manifiesto Levine, R. (2004).

Por otro lado, como podemos apreciar en lo comentado hasta ahora, los trabajos sobre la materia se centran mayoritariamente en el análisis empírico, y apenas hemos hallado modelizaciones de los efectos de las decisiones retributivas sobre la estabilidad financiera, salvo en los trabajos de John, T.A. and John, K. (1993) y de Bolton, P., Mehran, H. y Shapiro, J. (2011).

El primero de los trabajos modeliza contratos imperfectos, en dos periodos, considerando dos tipos de inversiones (con riesgo y sin riesgo) financiadas con recursos propios y ajenos (convertibles y no convertibles), con agentes riesgo-neutrales. El proyecto con riesgo tiene dos posibles resultados sometidos a probabilidades distintas. Estas probabilidades sólo son observables por los gestores. Considera tres tipos de contratos para los gestores: lineales, cóncavos y convexos respecto de la generación de caja por la empresa. Los accionistas fijan al principio del periodo el tipo de contrato que ofrecen a los gestores buscando la maximización del valor total de la empresa. El modelo ofrece como resultado que la retribución óptima sería aquella en la que la retribución es poco sensible al resultado de la firma. Con deuda convertible la retribución óptima es aquella con alta sensibilidad al resultado de la firma. Concluye que existe una relación negativa entre la sensibilidad al pago por resultados y apalancamiento. También que existe una relación positiva entre la prima de riesgo de los bonos y la posesión de acciones y opciones sobre acciones por los gestores.

El segundo de los trabajos considera un banco con tres tipos de inversiones con riesgo en función del rendimiento de las mismas, con probabilidad simétrica. También considera como posible inversión activos libres de riesgo. El banco se financia con acciones, bonos simples y bonos subordinados. Considera la existencia de accionistas, depositantes, bonistas y directivo. Cada uno de los agentes busca maximizar su beneficio eligiendo una probabilidad para la inversión. Busca el equilibrio de expectativas racionales entre intereses de los distintos agentes. Contempla que, en algunos casos, el mercado de bonos puede observar con precisión la probabilidad asociada a las inversiones y, en otros casos, no sucedería así. Se centra en el caso de que la inversión elegida haga quebrar al banco, existiendo costes de quiebra. Concluye que introducir en la retribución

elementos relacionados con el coste de la deuda (CDS) mitiga los efectos de la retribución basada en el precio de las acciones.

Si nos desplazamos desde la ciencia hacia la política normativa, cabe indicar que en el terreno regulatorio estas ideas han tenido un eco importante y los poderes públicos han considerado los sistemas de retribución entre las posibles causas de la inestabilidad financiera generada en los últimos años. Esto se ha traducido en la proliferación de recomendaciones y normas que tratan de que los directivos desarrollen su trabajo de forma alineada no sólo con los intereses de los accionistas, sino también con los intereses de otros stakeholders. La tradicional discrecionalidad con la que los gestores se movían en materia de retribuciones ha desaparecido, pasando esta a engrosar el acervo de las materias bancarias reguladas.

Así, a nivel internacional, organizaciones como el FSF, la Reserva Federal o el CEBS han emitido recomendaciones en esta materia⁹⁶. Dentro del derecho positivo, la Unión Europea también ha dictado normas regulando el sistema de retribuciones en el ámbito bancario⁹⁷.

España no ha sido ajena a este movimiento y diversas normas han plasmado nuevas exigencias a las entidades bancarias en materia retribuciones⁹⁸.

La abundante normativa sobre esta cuestión nos da una idea de la relevancia que el asunto de la retribución y, en especial, el tema de los incentivos ligados a las acciones han adquirido tras la crisis desencadenada en el verano de 2007.

A continuación, en este apartado, vamos a considerar los efectos en la estabilidad financiera de distintos tipos de incentivos en la retribución de los directivos. Para

⁹⁶ Puede verse Financial Stability Forum (2009), Board of Governors of the Federal Reserve System, Federal Deposit Insurance Corporation, Office of the Comptroller of the Currency, Treasury, and Office of Thrift Supervision (2010) o Committee of European Banking Supervisors (2010).

⁹⁷ Puede verse la Recomendación 2009/384/CE, de 30 de abril de 2009, sobre las políticas de remuneración en el sector de los servicios financieros y la Directiva 2010/76/UE de 24 de noviembre de 2010, que somete a supervisión prudencial las políticas de remuneración y transforma los nuevos principios retributivos en normas de obligado cumplimiento.

⁹⁸ Se plasman en diversas normas como la Circular n.º 4/2011, de 30 de noviembre, de modificación de la Circular 3/2008, de 22 de mayo, sobre determinación y control de los recursos propios mínimos, como el Real Decreto-ley 2/2012, de 3 de febrero, de saneamiento del sector financiero o como la Orden ECC/1762/2012, de 3 de agosto, por la que se desarrolla el artículo 5 del Real Decreto-ley 2/2012, de 3 de febrero, de saneamiento del sector financiero, en materia de remuneraciones en las entidades que reciban apoyo financiero público para su saneamiento o reestructuración.

ello, vamos a aplicar el modelo que proponemos en este trabajo al análisis de distintos tipos de retribuciones directivas.

Debe considerarse que la mayor parte de la literatura se centra en los incentivos relacionados con stock options, sin que se preste atención suficiente a la retribución en efectivo. La retribución en efectivo representa una parte importante de la retribución variable en el sector bancario. Por otro lado, la retribución en efectivo suele diseñarse por umbrales de manera que se paga si se alcanzan los objetivos y hasta un máximo, de manera que carece de la convexidad que tiene la retribución con stocks options, tal y como apuntan con acierto Hagendorff, J. y Vallascas, F. (2011).

Podemos adelantar que las conclusiones de nuestro análisis teórico y empírico se orientan a basar la retribución de los directivos bancarios en la parte fija, limitando la retribución variable, en línea con las propuestas de Salas Fumás (2009). Desde nuestro punto de vista, la práctica eliminación de la retribución variable sería la única forma de hacer compatible la retribución directiva con el objetivo de la estabilidad financiera.

A continuación, vamos a analizar distintos tipos de incentivos que la práctica nos indica como habituales en las retribuciones de las empresas bancarias, a fin de analizar sus efectos sobre la estabilidad financiera:

1. Incentivos ligados al valor de la acción.
2. Incentivos con stock options.
3. Incentivos ligados al volumen de crédito.
4. Incentivos ligados al volumen de pasivo.
5. Incentivos ligados al incremento de la rentabilidad del activo.
6. Incentivos ligados a la rebaja del coste del pasivo.
7. Incentivos ligados al margen financiero o de clientes.
8. Incentivos ligados a la contención de la morosidad.

La metodología que vamos a utilizar consiste en expresar las retribuciones que incluyen esos incentivos en función de las 5 variables del modelo de estabilidad financiera que presentamos en este trabajo (S, Su, Sd, K, Irf).

Supondremos además que la conducta del directivo se orienta a maximizar el valor actual de su retribución total mediante el enfoque de su actividad directiva a la actuación sobre esas variables.

Dado que tenemos estudiados los efectos de las variaciones en esas cinco variables sobre la estabilidad financiera, podemos llegar a concluir sobre los efectos de las retribuciones sobre la estabilidad financiera.

Los efectos no los vamos a medir con precisión cuantitativa. Tal precisión requeriría incluir nuevas asunciones en el modelo que sólo permitirían dotarlo de una aparente precisión, que a la postre resultaría poco fundamentada. Simplemente vamos a concluir sobre si una determinada medida retributiva tiende a mejorar o a empeorar la estabilidad financiera.

Para analizar tales conclusiones deben recordarse las principales limitaciones y/o condicionantes de nuestro modelo de estabilidad financiera, tratados en otras partes de este trabajo (gestión eficiente, riesgo-neutralidad, simetría informativa,...).

Al final del capítulo realizamos un análisis empírico sobre el sistema financiero español para analizar si los sistemas retributivos aplicados en el mismo pueden influir en la estabilidad financiera del mismo.

VIII.1.- RETRIBUCIÓN LIGADA AL VALOR DE LA ACCIÓN.

Supongamos que un directivo bancario es retribuido mediante un componente fijo (W_f) y un parte variable (W_v). La parte variable depende del incremento del valor de la acción (C). Siguiendo el modelo planteado en este trabajo, el valor en $t=1$ de la acción, caso de éxito será $(S_U - K)$ y, caso de fracaso cero, por lo que la proporción de la variación del valor de la acción en $t=1$, será $\frac{(S_u - K) - C}{C}$, caso de éxito.

Tomando el modelo binomial que aplicamos en este trabajo, tendremos dos escenarios posibles: un escenario de éxito, con una probabilidad (α) y otro de fracaso, con una probabilidad $(1-\alpha)$.

En el escenario de éxito, la retribución del directivo será $W_f + \left(\frac{(S_u - K) - C}{C}\right)b$, donde b es la magnitud que se toma como base para el cálculo de la retribución variable y que podemos expresar como un porcentaje m de la retribución fija, por lo que $b = W_f m$.

Por ejemplo, si la retribución fija es de 10 ($W_f = 10$) y la retribución variable es del 20% de la fija ($b = W_f m = 10 \times 0,2 = 2$), siendo la revalorización de la acción en el periodo considerado del 50% ($\frac{(S_u - K) - C}{C} = 0,5$), el montante de la retribución al final del periodo, caso de éxito, será $W_v = W_f + \frac{(S_u - K) - C}{C} b = 10 + 0,5 \times 2 = 11$.

En el escenario de fracaso, la retribución del directivo estará compuesta exclusivamente por el componente fijo (W_f), al alcanzar la retribución variable un valor cero.

El valor actual de la retribución total vinculada a la revalorización de la acción percibida por el directivo bancario (W_o^C) será:

$$W_o^C = \frac{1}{(1+i_{rf})} \left[\left(W_f + \left(\frac{(S_u - K) - C}{C} \right) b \right) \alpha + W_f (1 - \alpha) \right]$$

Dado que, como hemos visto en otras partes de este trabajo, el valor del capital, cuando existe una gestión eficiente de riesgo y beneficios financieros, puede expresarse como $C = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right)$ y que la probabilidad de éxito se define cómo $\alpha = \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$, podemos reformular la expresión anterior función de las 5 variables independientes de nuestro modelo (S, S_u, S_d, K e i_{rf}):

$$\begin{aligned} W_o^C &= f(S; S_u; S_d; K; i_{rf}) \\ &= \frac{1}{(1+i_{rf})} \left[\left(W_f + \left(\frac{(S_u - K) - \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right)}{\left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right)} \right) b \right) \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right. \\ &\quad \left. + W_f \left(1 - \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right) \right] \end{aligned}$$

Además, sometemos a esa función a las restricciones básicas de nuestro modelo, ya comentadas en otras partes de nuestro trabajo:

$$\begin{aligned} \frac{S_u}{(1+i_{rf})} &\geq S \geq \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \\ \infty &\geq S_u \geq \text{Max}(S(1+i_{rf}), K) \\ \text{Min}(S(1+i_{rf}), K) &\geq S_d \geq 0 \\ S_u &\geq K \geq S_d \\ \left(\frac{S_u}{S} - 1 \right) &\geq i_{rf} \geq \left(\frac{S_d}{S} - 1 \right) \end{aligned}$$

$$\{S; S_u; S_d; K\} \geq 0$$

Como hemos indicado, suponemos que el directivo buscará con sus decisiones incrementar el valor actual de su retribución total.

Para analizar el efecto sobre la estabilidad financiera de las decisiones que pueda tomar el directivo con una retribución ligada al valor de la acción analizaremos cómo el valor actual de su retribución es afectado por las variaciones de cada una de las 5 variables independientes del modelo.

Las derivadas parciales respecto de cada una de las 5 variables independientes de la expresión anterior resultan complicadas y poco manejables. No obstante, a los efectos de extraer conclusiones sobre las consecuencias de este tipo de retribución, basada en la evolución de valor de la acción, para la estabilidad financiera, nos resulta suficiente con conocer si las pendientes que pueden generar tales derivadas parciales son positivas o negativas. De esta manera podemos conocer si este tipo de retribuciones están o no alineados con el logro de la estabilidad financiera.

Mediante simulaciones realizadas generando números aleatorios para las variables independientes, y suponiendo una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Derivada parcial de W_0^C respecto de S: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(72; 300; 69; 300; 12,2\%)$, siendo $m=10\%$ y $W_f=10$.
- Derivada parcial de W_0^C respecto de S_u : sólo puede ser positiva. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(40; 278; 4; 45; 5\%)$, siendo $m=10\%$ y $W_f=10$.
- Derivada parcial de W_0^C respecto de S_d : sólo puede ser positiva. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(46; 194; 21; 115; 66,5\%)$, siendo $m=10\%$ y $W_f=10$.
- Derivada parcial de W_0^C respecto de K: sólo puede ser cero. Un ejemplo donde es cero es $C = f(55; 149; 15; 97; 27\%)$, siendo $m=10\%$ y $W_f=10$.
- Derivada parcial de W_0^C respecto de i_{rf} : sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(18; 44; 26; 42; 73,5\%)$ siendo, $m=10\%$ y $W_f=10$.

De las 5 variables descritas, un directivo bancario sólo tiene capacidad real de actuación sobre S_u , S_d y K. Carece de capacidad de maniobra sobre el valor de los activos (S), dado que, es un valor fijo desde el momento en el que la retribución variable es establecida. Además, en los mercados bancarios, caracterizados por su madurez y elevada competencia, las firmas individuales son precio aceptantes.

También carece de capacidad de actuación sobre los tipos de interés sin riesgo (i_{rf}), de los que se ocupan las autoridades monetarias.

El siguiente cuadro refleja las acciones que tenderán a realizar los gestores bancarios con retribuciones ligadas al valor de sus acciones a fin de maximizar el valor actual de su retribución. No incluye la variación de K ya que no influye en el valor actual de la retribución directiva (su derivada parcial es cero). Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del modelo que proponemos sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.1

La ACTUACIÓN que tenderá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada al valor acción...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Incremento de Su (Aumento la prima de riesgo del activo)	Aumente	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Empeora
Incremento de Sd (Reducción de la severidad del activo)	Aumente	Mejora	Mejora	Variable	Variable	Empeora

El cuadro anterior permite realizar el siguiente análisis. Los efectos para la estabilidad financiera de la retribución relacionada con el valor de las acciones variarán en función de las estrategias seguidas por el gestor para maximizar el valor actual de su retribución, que pueden ser dos: incremento de la prima de riesgo del activo y reducción de la severidad del activo.

El incremento en el valor del valor futuro de los activos, caso de éxito (S_u), no tiene efectos sobre las dimensiones pérdida y concentración de la estabilidad financiera; sólo es incompatible con la mejora de la probabilidad de fracaso, que empeora con el incremento de la prima de riesgo del activo.

La reducción de la severidad del activo (ΔS_d) genera mejoras en la dimensión de pérdida absoluta. No obstante, puede incrementar la concentración cuando la situación de partida es una severidad elevada $S_{d_s} < \frac{\text{Min}(S_s(1+i_{rf}), K_s)}{2}$ ⁹⁹. En activos de baja severidad, la reducción de la severidad genera mejoras en la concentración.

⁹⁹ Esta inecuación ha sido deducida al tratar la dimensión concentración de la estabilidad financiera.

Por ello, dado que la actuación sobre ambas variables (S_u y S_d) empeora siempre la probabilidad de pérdida, no podemos considerar compatibles con la estabilidad financiera las retribuciones ligadas a la evolución del precio de las acciones.

VIII.2.- RETRIBUCIÓN CON STOCK OPTIONS.

En este apartado analizamos los efectos sobre la estabilidad financiera la introducción de stock options como componente variable en la retribución del directivo bancario. Supongamos que un directivo bancario es retribuido mediante un componente fijo (W_f) y un parte variable (W_v) compuesta por stock options (SO).

Utilizando el modelo binomial seguido en todo este trabajo podemos describir el valor de las SO como una opción cuyo subyacente es el valor del capital de la firma (C). Caso de éxito, el valor de ese activo, en $t=1$, será $S_u - K$ y, caso de fracaso, su valor en $t=1$ será cero. Suponemos que el precio de ejercicio de la SO es igual al valor del capital C . Así, siguiendo la notación utilizada en todo este trabajo, podemos indicar que dado que $C = f(S; S_u; S_d; K; i_{rf})$ podemos escribir que $SO = f(C; S_u - K; 0; C; i_{rf})$ ¹⁰⁰.

¹⁰⁰ El valor de SO siguiendo la metodología utilizada en este trabajo sería la siguiente: como $C = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)$, entonces

$$\begin{aligned}
 SO &= \left(\frac{S_u - K - C}{S_u - K}\right) \left(C - \frac{0}{(1+i_{rf})}\right) = \left(\frac{S_u - K - C}{S_u - K}\right) C = \left(\frac{S_u - K - C}{S_u - K}\right) \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) \\
 &= \left(\frac{S_u - K - C}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) = \\
 &= \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) - \left(\frac{C}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) = \\
 &= \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) - \left(\frac{\left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) = \\
 &= \left[\left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) - \left(\frac{\left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)}{S_u - S_d}\right)\right] \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) = \\
 &= \left[\left(\frac{(S_u - K) - \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)}{S_u - S_d}\right)\right] \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) = \left[\left(\frac{(S_u - K) - \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)}{S_u - S_d}\right)\right] \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right).
 \end{aligned}$$

La expresión anterior puede simplificarse si se toma como variable independiente a la probabilidad de éxito (α), que puede expresarse como $\alpha = \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$ y el valor del capital (C):

La parte variable de la retribución depende del valor de las opciones sobre acciones (SO). Siguiendo el modelo planteado en este trabajo, el valor en t=1 de las SO, caso de éxito, será $(S_U - K - C)$ y, caso de fracaso, cero.

Tomando el modelo binomial que aplicamos en este trabajo, tendremos dos escenarios posibles: un escenario de éxito, con una probabilidad (α) y otro de fracaso, con una probabilidad $(1-\alpha)$. En el escenario de éxito, la retribución del directivo será $W_f + (S_u - K - C)h$, donde h es la proporción que el subyacente de las SO representa respecto del total capital económico (no contable) de la firma.

Por ejemplo, si a un directivo se le conceden SO equivalentes al 10% del valor de la empresa, la retribución fija es de 11 ($W_f = 11$), el valor del activo de la empresa, caso de éxito, es de 120, el valor de repago de la deuda de la empresa es de 80 y el valor inicial de la acción es de 9, en t=0, la retribución del directivo en el escenario de éxito será de $11+(120-80-10)0,1=14$.

En el escenario de fracaso la retribución del directivo estará compuesta exclusivamente por el componente fijo (W_f), ya que el directivo no ejercerá la opción sobre la acción.

El valor actual de la retribución total con stock options del directivo bancario (W_o^{SO}) será:

$$\begin{aligned} W_o^{SO} &= f(S; S_u; S_d; K; i_{rf}) = \frac{(W_f + W_v) \alpha + W_f (1-\alpha)}{(1 + i_{rf})} \\ &= \frac{[(W_f + (S_u - K - C)h) \alpha + W_f (1-\alpha)]}{(1 + i_{rf})} \\ &= \frac{[W_f \alpha + (S_u - K - C)h \alpha + W_f - W_f \alpha]}{(1 + i_{rf})} = \frac{[(S_u - K - C)h \alpha + W_f]}{(1 + i_{rf})} \end{aligned}$$

Dado que, como hemos visto en otras partes de este trabajo, el valor del capital puede expresarse como $C = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)$ y que la probabilidad de éxito se define cómo $\alpha = \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$, podemos formular la expresión anterior función de las 5 variables independientes de nuestro modelo (S, Su, Sd, K e irf):

$$SO = \left[\left(\frac{(S_u - K) - \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)}{S_u - S_d} \right) \right] \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right) = C$$

$$\begin{aligned}
W_o^{SO} &= f(S; S_u; S_d; K; i_{rf}) = \frac{1}{(1 + i_{rf})} [(S_u - K - C)h \alpha + W_f(1-\alpha)] \\
&= \frac{1}{(1 + i_{rf})} \left[h \left(S_u - K - \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(\frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{(1 + i_{rf})} \right) \right) \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right. \\
&\quad \left. + W_f \left(1 - \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right) \right]
\end{aligned}$$

Además, sometemos a esa función a las restricciones básicas de nuestro modelo, ya comentadas en otras partes de nuestro trabajo:

$$\begin{aligned}
\frac{S_u}{(1 + i_{rf})} &\geq S \geq \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \\
\infty &\geq \mathbf{S} \geq \text{Max}(S(1 + i_{rf}), K) \\
\text{Min}(S(1 + i_{rf}), K) &\geq \mathbf{S} \geq 0 \\
S_u &\geq \mathbf{K} \geq S_d \\
\left(\frac{S_u}{S} - 1 \right) &\geq i_{rf} \geq \left(\frac{S_d}{S} - 1 \right) \\
\{S; S_u; S_d; K\} &\geq 0
\end{aligned}$$

Las derivadas parciales respecto de cada una de las 5 variables independientes de esta expresión resultan complicadas y poco manejables. No obstante, a los efectos de extraer conclusiones sobre las consecuencias de la retribución con stock options para la estabilidad financiera, nos resulta suficiente con conocer si las pendientes que pueden generar tales derivadas parciales son positivas o negativas. De esta manera, podemos conocer si este tipo de retribuciones están o no alineados con el logro de la estabilidad financiera.

Mediante simulaciones realizadas generando números aleatorios para las variables independientes, y suponiendo una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Derivada parcial de W_o^{SO} respecto de S: puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva es $C = f(96; 195; 24; 164; 5\%)$; y un ejemplo donde puede ser negativa es $C = f(63; 77; 1; 53; 5\%)$. En ambos casos, $h=10\%$ y $W_f=10$.
- Derivada parcial de W_o^{SO} respecto de S_u : sólo puede ser positiva. Un ejemplo donde es positiva es $C = f(40; 278; 4; 45; 5\%)$, siendo $h=10\%$ y $W_f=10$.
- Derivada parcial de W_o^{SO} respecto de S_d : sólo puede ser positiva. Un ejemplo donde es positiva es $C = f(90; 273; 59; 204; 5\%)$.
- Derivada parcial de W_o^{SO} respecto de K: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa es $C = f(43; 196; 6; 93; 5\%)$, siendo $h=10\%$ y $W_f=10$.

- Derivada parcial de W_0^{SO} respecto de i_{rf} : puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva es $C = f(92; 244; 130; 136; 46,4\%)$; y un ejemplo donde puede ser negativa es $C = f(20; 233; 16; 95; 26,6\%)$. En ambos casos, $h=10\%$ y $W_f=10$.

Las únicas variables sobre las que un directivo bancario tiene capacidad de actuación directa son S_u , S_d y K . Carece de capacidad de maniobra sobre el valor de los activos (S), ya que su valor queda fijado al tiempo en que se establece la retribución variables ($t=0$). Además, en los mercados bancarios, caracterizados por su madurez y elevada competencia, las firmas individuales son precio aceptantes. También carece de capacidad de actuación sobre los tipos de interés sin riesgo (i_{rf}), reservados a las autoridades monetarias.

El siguiente cuadro refleja las actuaciones que tenderán a realizar los gestores bancarios con retribuciones que incluyen stock options a fin de maximizar el valor actual de su retribución. Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del modelo que proponemos sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.2

La ACTUACIÓN que tenderá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada a stock options...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Incremento de S_u (Aumento en la prima de riesgo del activo)	Aumente	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Empeora
Incremento de S_d (Reducción de la severidad del activo)	Aumente	Mejora	Mejora	Mejora/ Empeora	Mejora/ Empeora	Empeora
Reducción de K (Reducción de la prima del pasivo)	Aumente	Mejora	Neutro	Mejora	Neutro	Neutro

El cuadro anterior permite realizar el siguiente análisis. Los efectos para la estabilidad financiera de la retribución mediante stock options variarán, en función de la estrategia seguida por el gestor para maximizar el valor actual de su retribución. También en función de si se encuentra en una etapa de bonanza o en una etapa de dificultades económicas.

La única estrategia de un gestor para maximizar su retribución con stock options que resulta compatible totalmente con el logro de la estabilidad financiera es la reducción de K , en época de bonanza. Tal estrategia puede identificarse con una

reducción de la prima de riesgo de los pasivos. En época de bonanza económica, mediante esta medida, mejora tanto la pérdida absoluta como la concentración, resultando siempre neutro para la probabilidad de pérdida.

El incremento en el valor del valor futuro de los activos, caso de éxito (S_u), es compatible con las dimensiones pérdida y concentración de la estabilidad financiera; pero resulta incompatible con la mejora de la probabilidad de fracaso, que empeora si el gestor quiere maximizar su retribución actuando sobre esta variable.

La estrategia consistente en incrementar el valor futuro del activo, caso de fracaso (S_d), mejora la dimensión pérdida absoluta de la estabilidad financiera, pero empeora la probabilidad de fracaso y puede empeorar la dimensión concentración cuando $S_{d_c} < \frac{\text{Min}(S_c(1+i_{rf});K)}{2}$, es decir, en carteras con alta severidad.

Podemos concluir que la retribución directiva que incluya stocks options no resulta compatible con el logro de la estabilidad financiera.

Alternativamente, caso de mantenerse este tipo de retribuciones, podemos proponer, como medida de fomento de la estabilidad financiera, complementar la retribución con stock options con incentivos ligados a la reducción de K . La reducción de K se realiza mediante la reducción de las primas de riesgo que un banco paga por los pasivos de terceros captados. Indicadores concretos para conseguir este efecto puede ser la prima de riesgo de los pasivos emitidos por los bancos, o los CDS sobre la entidad. Esta propuesta no resulta novedosa en la literatura y ha sido planteada en algunos trabajos, como en Bolton, P., Mehran, H. y Shapiro, J. (2011), dedicado específicamente al sector bancario.

VIII.3.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL VOLUMEN DE CRÉDITO.

Los incentivos basados en el volumen de crédito no son frecuentes es épocas de tensiones de liquidez, como las actuales, pero resultan relativamente habituales en épocas de fuertes incrementos en los balances bancarios. La previsible consecuencia de estos incentivos es rebajar el valor de la inversión crediticia, vía aumento de la oferta de tales activos, lo que a la postre se traduce en una reducción sistémica de S_u , vía reducción de las primas de riesgo.

El siguiente cuadro recoge los efectos de tales decisiones empresariales sobre la estabilidad financiera. Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del

modelo que proponemos sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.3

La ACTUACIÓN que tenderá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada al volumen del activo...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Reducción de Su (Reducción de la severidad del activo)	Aumente	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Empeora

El resultado de estas políticas supone que empeora la probabilidad de fracaso, si bien resulta neutro para las otras dos dimensiones (pérdida y concentración).

Por ello, podemos concluir que las políticas retributivas basadas en el crecimiento del crédito nunca resultan totalmente compatibles con la estabilidad financiera.

VIII.4.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL VOLUMEN DE PASIVO.

El incremento en el volumen de pasivo normalmente conlleva presión para la elevación de los precios de pasivo, con el consiguiente incremento de las primas de riesgo de estos productos comercializados por las redes bancarias. El siguiente cuadro recoge los efectos de tales decisiones empresariales sobre la estabilidad financiera. Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del modelo que proponemos, sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.4

La ACTUACIÓN que tenderá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada al volumen del pasivo...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Aumento de K (Aumento del precio de los pasivos)	Aumente	Empeora	Neutro	Empeora	Neutro	Neutro

Los incentivos basados en el volumen del pasivo generarán resultados neutros para la estabilidad financiera en épocas de dificultad. Sin embargo, en épocas de

bonanza generan un empeoramiento de la estabilidad financiera tanto por su influencia nociva en la pérdida absoluta, como en la concentración.

Por lo tanto, el establecimiento de este tipo de incentivos sólo sería compatible con la estabilidad financiera en momentos de dificultades (cuando la probabilidad de crisis es elevada y la eficiencia del sistema financiero es baja).

VIII.5.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD DEL CRÉDITO.

Supongamos que un directivo bancario es retribuido mediante un componente fijo (W_f) y un componente variable (W_v). La parte variable depende del incremento de la rentabilidad del activo ($\frac{S_u - S}{S}$).

En el escenario de éxito, la retribución del directivo será $W_f + \frac{S_u - S}{S} b$, donde b es la magnitud que se toma como base para el cálculo de la retribución variable y que podemos expresar como un porcentaje m de la retribución fija, por lo que $b = W_f m$.

Tomando el modelo binomial que aplicamos en este trabajo, tendremos dos escenarios posibles: un escenario de éxito, con una probabilidad (α) y otro de fracaso, con una probabilidad ($1 - \alpha$).

El valor actual de retribución vendrá definido como:

$$W_o^{Su} = \frac{1}{(1+i_{rf})} \left[\left(W_f + \frac{S_u - S}{S} W_f m \right) \alpha + W_f (1 - \alpha) \right].$$

Dado que, como hemos visto en otras partes de este trabajo, la probabilidad de éxito se define cómo $\alpha = \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$, podemos formular la expresión anterior función de las 5 variables independientes de nuestro modelo (S , S_u , S_d , K e i_{rf}):

$$\begin{aligned} W_o^{RC} &= f(S; S_u; S_d; K; i_{rf}) \\ &= \frac{1}{(1+i_{rf})} \left[\left(W_f + \frac{S_u - S}{S} W_f m \right) \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right. \\ &\quad \left. + W_f \left(1 - \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right) \right] \end{aligned}$$

Además, sometemos a esa función a las restricciones básicas de nuestro modelo, ya comentadas en otras partes de nuestro trabajo:

$$\frac{Su}{(1+i_{rf})} \geq S \geq \frac{Sd}{(1+i_{rf})}$$

$$\infty \geq Su \geq \text{Max}(S(1+i_{rf}), K)$$

$$\text{Min}(S(1+i_{rf}), K) \geq Sd \geq 0$$

$$Su \geq K \geq Sd$$

$$\left(\frac{Su}{S} - 1\right) \geq i_{rf} \geq \left(\frac{Sd}{S} - 1\right)$$

$$\{S; Su; Sd; K\} \geq 0$$

Las derivadas parciales respecto de cada una de las 5 variables independientes de la expresión anterior resultan complicadas y poco manejables. No obstante, a los efectos de extraer conclusiones sobre las consecuencias de este tipo de retribución, basada en la evolución del rendimiento del activo, para la estabilidad financiera, nos resulta suficiente con conocer si las pendientes que pueden generar tales derivadas parciales son positivas o negativas. De esta manera podemos conocer si este tipo de retribuciones están o no alineados con el logro de la estabilidad financiera.

Mediante simulaciones realizadas generando números aleatorios para las variables independientes, y suponiendo una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Derivada parcial de W_o^{RC} respecto de S: puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(8;52;2;43;21,7\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(43; 91; 4; 13; 9,60\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{RC} respecto de Su: puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(48;82;27;81;6,30\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(47;83;49;54;46,6\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{RC} respecto de Sd: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa es $C = f(11; 94; 4; 75; 43,8\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{RC} respecto de K: es cero.
- Derivada parcial de W_o^{RC} respecto de irf: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(14;107;3;63;30,7\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.

Las únicas variables sobre las que un directivo bancario tiene capacidad de actuación directa son Su, Sd y K. Carece de capacidad de maniobra sobre el valor de los activos (S), dado que es una magnitud que queda fija en el momento en el que se fijan los incentivos. Además, en los mercados bancarios, caracterizados por su madurez y elevada competencia, las firmas individuales son precio aceptantes.

También carece de capacidad de actuación sobre los tipos de interés sin riesgo (i_{rf}), materia reservada a los actores de la política monetaria.

El siguiente cuadro refleja las actuaciones que tenderán a realizar los gestores bancarios con retribuciones que incluyen incentivos relacionados con el incremento de la rentabilidad del activo, a fin de maximizar el valor actual de su retribución. Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del modelo que proponemos sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.5

La ACTUACIÓN que tenderá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada a la rentabilidad del activo...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Incremento de Su (Aumento en la prima de riesgo del activo)	Aumente o disminuya	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Empeora
Reducción de Su (Reducción en la prima de riesgo del activo)	Aumente o disminuya	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Mejora
Reducción de Sd (Aumento de la severidad del activo)	Aumente	Empeora	Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora

Si partimos de que el directivo trata de maximizar el valor actual de su retribución total, sus actuaciones caso de contar con una retribución variable ligada a la rentabilidad del activo tiene efectos muy variables sobre la estabilidad financiera, resultando de algunos de ellos un empeoramiento de la estabilidad financiera.

La variación de Su puede tener el efecto, tanto de incrementar, como de reducir el valor actual de la retribución total del directivo.

La reducción de Sd siempre empeora la pérdida máxima y puede empeorar la concentración en carteras con elevada severidad ($Sd_c < \frac{\text{Min}(S_c(1+i_{rf});K)}{2}$).

Por todo ello, podemos concluir que la fijación de incentivos variables ligados a la rentabilidad del activo no resulta compatible con la estabilidad financiera.

Caso de establecerse estos incentivos sobre el coste del pasivo, una forma de minimizar sus efectos sobre la estabilidad financiera, sería complementarlos con incentivos que fomenten la reducción de Su.

VIII.6.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS A LA REBAJA DEL COSTE DEL PASIVO.

El coste del pasivo, caso de éxito, puede expresarse como $\frac{B}{K}$, donde B es el valor del bono en t=0.

$$W_o^{CP} = \frac{1}{(1 + i_{rf})} \left[\left(W_f + W_f m \left\{ \frac{B}{K} \right\} \right) \alpha + W_f (1 - \alpha) \right]$$

Donde $W_f m$ es la base de cálculo sobre la que se aplica la rebaja del coste del pasivo, expresada como porcentaje de la retribución fija.

Dado que, como hemos visto en otras partes de este trabajo, el valor del capital, cuando existe una gestión eficiente de riesgo y beneficios financieros, puede expresarse como $C = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(S - \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \right)$ y que la probabilidad de éxito se define cómo $\alpha = \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$, podemos formular la expresión anterior función de las 5 variables independientes de nuestro modelo (S, Su, Sd, K e irf):

$$\begin{aligned} W_o^{CP} &= f(S; S_u; S_d; K; i_{rf}) \\ &= \frac{1}{(1 + i_{rf})} \left[\left(W_f + W_f m \left\{ \frac{B}{K} \right\} \right) \alpha + W_f (1 - \alpha) \right] \\ &= \left(W_f + W_f m \left\{ \frac{B}{K} \right\} \right) \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} + W_f \left(1 - \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right) \end{aligned}$$

En la expresión anterior, mantenemos B como una constante, ya que representa el valor de los bonos en el momento t=0, por lo que es un valor que no sufre variaciones posteriores al establecimiento de la retribución variable. Es por ello, que no lo sustituimos por la expresión $B = S - C = S - \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(S - \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \right)$

Además, sometemos a esa función a las restricciones básicas de nuestro modelo, ya comentadas en otras partes de nuestro trabajo:

$$\begin{aligned} \frac{S_u}{(1 + i_{rf})} &\geq S \geq \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \\ \infty &\geq Su \geq \text{Max}(S(1 + i_{rf}), K) \\ \text{Min}(S(1 + i_{rf}), K) &\geq Sd \geq 0 \\ Su &\geq K \geq Sd \\ \left(\frac{Su}{S} - 1 \right) &\geq i_{rf} \geq \left(\frac{Sd}{S} - 1 \right) \end{aligned}$$

$$\{S; Su; Sd; K\} \geq 0$$

Las derivadas parciales respecto de cada una de las 5 variables independientes de la expresión anterior resultan complicadas y poco manejables. No obstante, a los efectos de extraer conclusiones sobre las consecuencias de este tipo de retribución, basada en el coste del pasivo para la estabilidad financiera, nos resulta suficiente con conocer si las pendientes que pueden generar tales derivadas parciales son positivas o negativas. De esta manera podemos conocer si este tipo de retribuciones están o no alineados con el logro de la estabilidad financiera.

Mediante simulaciones realizadas generando números aleatorios para las variables independientes, y suponiendo una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Derivada parcial de W_o^{CP} respecto de S: sólo puede ser positiva. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(8; 281; 11; 225; 37,5\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{CP} respecto de Su: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(43; 101; 14; 28; 62,6\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{CP} respecto de Sd: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa es $C = f(70; 107; 42; 55; 5,80\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{CP} respecto de K: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa es $C = f(13; 96; 5; 91; 7,00\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{CP} respecto de i_{rf} : sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa es $C = f(35; 86; 1; 13; 8,80\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.

Las únicas variables sobre las que un directivo bancario tiene capacidad de actuación directa son Su, Sd y K. Carece de capacidad de maniobra sobre el valor de los activos (S), dado que es una magnitud que queda fija en el momento en el que se fijan los incentivos. Además, en los mercados bancarios, caracterizados por su madurez y elevada competencia, las firmas individuales son precio aceptantes. También carece de capacidad de actuación sobre los tipos de interés sin riesgo (i_{rf}).

El siguiente cuadro refleja las actuaciones que tenderán a realizar los gestores bancarios con retribuciones que incluyen incentivos relacionados con el coste del pasivo a fin de maximizar el valor actual de su retribución. Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del modelo que proponemos sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.6

La ACTUACIÓN que tendrá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada a la rebaja del coste del pasivo...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Reducción de Su (Reducción en la prima de riesgo del activo)	Aumente	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Mejora
Reducción de Sd (Aumento de la severidad del activo)	Aumente	Empeora	Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora
Reducción de K (Reducción del coste del pasivo)	Aumente	Mejora	Neutro	Mejora	Neutro	Neutro

El modelo considera que el directivo no sólo percibe las relaciones causales más directas de sus acciones con el incentivo, como es la reducción de K. También percibe los efectos de sus acciones sobre la probabilidad de éxito y fracaso, vía modificación de la severidad del activo o de la rentabilidad del activo, lo que podría hacer actuando sobre Su y Sd.

La reducción de Su resulta neutra, tanto para la pérdida absoluta, como para la concentración, mejorando la probabilidad de fracaso.

La reducción de Sd empeora la pérdida absoluta, mejora la concentración cuando la severidad es baja (la empeora cuando es alta) y mejora la probabilidad de fracaso.

La reducción de K (o reducción de la prima de coste del pasivo) es la medida más intuitiva para que el directivo consiga su bonus. Esta reducción genera efectos de mejora de la estabilidad financiera en sus dimensiones pérdida absoluta y concentración en un entorno de bonanza, resultando neutra en entornos de dificultades. La reducción de K carece de efectos sobre la probabilidad de éxito y fracaso.

Por todo ello, los incentivos basados en el coste del pasivo pueden resultar perjudiciales para la estabilidad financiera.

Caso de establecerse estos incentivos sobre el coste del pasivo, una forma de minimizar sus efectos sobre la estabilidad financiera, sería complementarlos con incentivos que fomenten la reducción de Su o la reducción de K.

Así, si el directivo adopta como estrategia actuar K que es la relación causal más intuitiva con el valor actual de su retribución, la estabilidad financiera puede mejorar. Lo mismo sucederá si actúa sobre Su. Los problemas para la estabilidad financiera vendrían de las actuaciones sobre Sd. Sin embargo, la relación entre la

variación sobre S_d y la variación del valor actual de la retribución del directivo no tiene una causalidad intuitiva.

Por ello, desde el punto de vista de la estabilidad financiera se desaconsejaría el establecimiento de incentivos en la retribución basados en el coste del pasivo; si bien, los efectos de este tipo de retribución variable aparecen como menos perjudiciales para la estabilidad financiera que otros tipos de retribuciones variables.

VIII.7.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS AL MARGEN FINANCIERO.

El margen financiero (la diferencia entre ingresos y costes financieros), caso de éxito, puede expresarse como $MF = (S_u - S) - (K - B)$, donde B es el valor del bono en $t=0$ y es igual a la diferencia entre el activo y el capital: $B = S - C$. Por ello, $MF = S_u - S - K + S - C = S_u - K - C$

$$W_o^{MF} = \frac{1}{(1 + i_{rf})} [(W_f + m\{MF\}) \alpha + W_f (1-\alpha)]$$

$$= \frac{1}{(1 + i_{rf})} [(W_f + m\{S_u - K - C\}) \alpha + W_f (1-\alpha)]$$

Donde m es la proporción del margen financiero que se entrega al directivo en forma de incentivo.

Dado que, como hemos visto en otras partes de este trabajo, el valor del capital, cuando existe una gestión eficiente de riesgo y beneficios financieros, puede expresarse como $C = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)$ y que la probabilidad de éxito se define cómo $\alpha = \frac{S(1+i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d}$, podemos formular la expresión anterior función de las 5 variables independientes de nuestro modelo (S , S_u , S_d , K e i_{rf}):

$$W_o^{MF} = \frac{1}{(1 + i_{rf})} \left[\left(W_f + m \left\{ S_u - K - \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) \left(S - \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \right) \right\} \right) \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right. \\ \left. + W_f \left(1 - \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right) \right]$$

Además, sometemos a esa función a las restricciones básicas de nuestro modelo, ya comentadas en otras partes de nuestro trabajo:

$$\frac{Su}{(1 + i_{rf})} \geq S \geq \frac{Sd}{(1 + i_{rf})}$$

$$\infty \geq Su \geq \text{Max}(S(1 + i_{rf}), K)$$

$$\text{Min}(S(1 + i_{rf}), K) \geq Sd \geq 0$$

$$Su \geq K \geq Sd$$

$$\left(\frac{Su}{S} - 1\right) \geq i_{rf} \geq \left(\frac{Sd}{S} - 1\right)$$

$$\{S; Su; Sd; K\} \geq 0$$

Las derivadas parciales respecto de cada una de las 5 variables independientes de la expresión anterior resultan complicadas y poco manejables. No obstante, a los efectos de extraer conclusiones sobre las consecuencias de este tipo de retribución, basada en la evolución del margen financiero, para la estabilidad financiera, nos resulta suficiente con conocer si las pendientes que pueden generar tales derivadas parciales son positivas o negativas. De esta manera podemos conocer si este tipo de retribuciones están o no alineados con el logro de la estabilidad financiera.

Mediante simulaciones realizadas generando números aleatorios para las variables independientes, y suponiendo una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Derivada parcial de W_o^{MF} respecto de S: puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(8; 281; 11; 225; 37,5\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(71; 93; 0; 19; 3 \%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MF} respecto de S_u : sólo puede ser positiva. Un ejemplo donde es positiva, puede ser $C = f(43; 101; 14; 28; 62,6\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MF} respecto de S_d : puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva, puede ser $C = f(66; 105; 12; 15; 19,4\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa, puede ser $C = f(17; 78; 5; 69; 45,9\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MF} respecto de K: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa, puede ser $C = f(86; 104; 26; 41; 19,5\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MF} respecto de i_{rf} : puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva, puede ser $C = f(56; 100; 53; 69; 13,8\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(84; 103; 38; 42; 15,5\%)$, siendo $m=10\%$ y $Wf=10$.

Las únicas variables sobre las que un directivo bancario tiene capacidad de actuación directa son S_u , S_d y K. Carece de capacidad de maniobra sobre el valor

de los activos (S), dado que es una magnitud que queda fija en el momento en el que se fijan los incentivos. Además, en los mercados bancarios, caracterizados por su madurez y elevada competencia, las firmas individuales son precio aceptantes. También carece de capacidad de actuación sobre los tipos de interés sin riesgo (i_{rf}).

El siguiente cuadro refleja las actuaciones que tenderán a realizar los gestores bancarios con retribuciones que incluyen incentivos relacionados con el margen financiero a fin de maximizar el valor actual de su retribución. Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del modelo que proponemos sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.7

La ACTUACIÓN que tenderá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada al margen financiero...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Incremento de Su (Aumento en la prima de riesgo del activo)	Aumente	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Empeora
Incremento de Sd (Reducción de la severidad del activo)	Aumente o disminuya	Mejora	Mejora	Mejora/ Empeora	Mejora/ Empeora	Empeora
Reducción de Sd (Aumento de la severidad del activo)	Aumente o disminuya	Empeora	Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora
Reducción de K (Reducción del apalancamiento)	Aumente	Mejora	Neutro	Mejora	Neutro	Neutro

El modelo considera que el directivo no sólo percibe las relaciones causales más intuitivas de sus acciones con el incentivo, como son el incremento de la rentabilidad de la inversión o la reducción del coste del pasivo. También percibe los efectos de sus acciones sobre la probabilidad de éxito y fracaso, vía modificación de la severidad del activo, lo que podría hacer actuando sobre Su o sobre Sd.

Si bien la actuación sobre Su y sobre K tiene un efecto intuitivo sobre el margen financiero, la actuación sobre la severidad del activo (Sd) genera unos efectos sobre el valor actual de su retribución más difíciles de percibir por el directivo.

Además, tales efectos de su acción sobre Sd en un determinado sentido pueden ser positivos o negativos para el valor actual de su retribución, por lo que es más difícil que centre su estrategia para conseguir incrementar el valor de su retribución en actuaciones sobre Sd.

Por su parte, las consecuencias de la actuación del directivo sobre Su son neutras para la estabilidad financiera en sus dimensiones pérdida absoluta y concentración. Pero empeoran la probabilidad de pérdida.

La reducción de K (reducción de la prima de coste del pasivo) genera efectos de mejora de la estabilidad financiera en sus dimensiones pérdida absoluta y concentración, en un entorno de bonanza, resultando neutra en entornos de dificultades. La reducción de K carece de efectos sobre la probabilidad de éxito y fracaso.

Por lo tanto, dada la dispersión de efectos sobre la estabilidad financiera que genera el establecimiento de incentivos variables ligados al margen financiero, unido a que algunos de estos son perjudiciales para la estabilidad financiera, nos lleva a que no podamos considerar el establecimiento de este tipo de incentivos compatibles con el mantenimiento de la estabilidad financiera.

Caso de no poder eliminarse los incentivos sobre el margen financiero, se recomienda que se complementen con incentivos que fomenten la reducción de K, a fin de dulcificar las consecuencias sobre la estabilidad financiera del establecimiento de este tipo de retribuciones variables.

VIII.8.- RETRIBUCIÓN CON INCENTIVOS LIGADOS A LA MOROSIDAD.

Podemos introducir en la retribución directiva un incentivo sobre la morosidad que vendría representado por la ratio $\frac{S_d}{S}$

$$W_o^{MOR} = \frac{1}{(1 + i_{rf})} \left[\left(W_f + \frac{S_d}{S} W_f m \right) \alpha + W_f (1 - \alpha) \right]$$

Donde $W_f m$ es la base de cálculo sobre la que se aplica el incentivo por rebaja de la morosidad.

Dado que, como hemos visto en otras partes de este trabajo, cuando existe una gestión eficiente de riesgo y beneficios financieros, la probabilidad de éxito se define cómo $\alpha = \frac{S(1+i_{rf})-S_d}{S_u-S_d}$, podemos formular la expresión anterior función de las 5 variables independientes de nuestro modelo (S, Su, Sd, K e irf):

$$W_o^{MOR} = \frac{1}{(1 + i_{rf})} \left[\left(W_f + \frac{S_d}{S} W_f m \right) \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} + W_f \left(1 - \frac{S(1 + i_{rf}) - S_d}{S_u - S_d} \right) \right]$$

Además, sometemos a esa función a las restricciones básicas de nuestro modelo, ya comentadas en otras partes de nuestro trabajo:

$$\begin{aligned} \frac{Su}{(1+i_{rf})} &\geq S \geq \frac{Sd}{(1+i_{rf})} \\ \infty &\geq Su \geq \text{Max}(S(1+i_{rf}), K) \\ \text{Min}(S(1+i_{rf}), K) &\geq Sd \geq 0 \\ Su &\geq K \geq Sd \\ \left(\frac{Su}{S} - 1\right) &\geq i_{rf} \geq \left(\frac{Sd}{S} - 1\right) \\ \{S; Su; Sd; K\} &\geq 0 \end{aligned}$$

Las derivadas parciales respecto de cada una de las 5 variables independientes de la expresión anterior resultan complicadas y poco manejables. No obstante, a los efectos de extraer conclusiones sobre las consecuencias de este tipo de retribución, basada en la evolución de la morosidad, para la estabilidad financiera, nos resulta suficiente con conocer si las pendientes que pueden generar tales derivadas parciales son positivas o negativas. De esta manera podemos conocer si este tipo de retribuciones están o no alineados con el logro de la estabilidad financiera.

Mediante simulaciones realizadas generando números aleatorios para las variables independientes, y suponiendo una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Derivada parcial de W_o^{MOR} respecto de S: puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(41; 106; 64; 102; 77,1\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa es $C = f(48; 86; 39; 83; 25,8\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MOR} respecto de Su: sólo puede ser negativa. Un ejemplo donde es negativa es $C = f(2; 100; 2; 54; 22,9\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MOR} respecto de Sd: puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(12; 81; 9; 80; 24,9\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(27; 54; 26; 39; 6,7\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MOR} respecto de K: es cero. Un ejemplo donde es cero es $C = f(53; 97; 6; 40; 28,7\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.
- Derivada parcial de W_o^{MOR} respecto de i_{rf} : puede ser positiva o negativa. Un ejemplo donde es positiva puede ser $C = f(53; 103; 89; 99; 73,7\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$. Un ejemplo donde es negativa puede ser $C = f(64; 102; 25; 62; 30,9\%)$, siendo $m=50\%$ y $Wf=10$.

Las únicas variables sobre las que un directivo bancario tiene capacidad de actuación directa son Su, Sd y K. Carece de capacidad de maniobra sobre el valor de los activos (S), ya que su valor queda fijado al tiempo en que se establece la retribución variables ($t=0$). Además, en los mercados bancarios, caracterizados por su madurez y elevada competencia, las firmas individuales son precio aceptantes. También carece de capacidad de actuación sobre los tipos de interés sin riesgo (i_{rf}), reservados a las autoridades monetarias.

El siguiente cuadro refleja las actuaciones que tenderán a realizar los gestores bancarios con retribuciones que incluyen incentivos relacionados con la morosidad a fin de maximizar el valor actual de su retribución. Este cuadro ha sido realizado tomando en consideración las conclusiones de los efectos de los movimientos de las variables independientes del modelo que proponemos sobre la estabilidad financiera, recogidas en otras partes de este trabajo y resumidas en el Cuadro VII.1.

Cuadro VIII.8

La ACTUACIÓN que tenderá a realizar el directivo será...	...Lo que hace que VALOR ACTUAL de la retribución ligada a la morosidad...	..Lo que tendrá los siguientes EFECTOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA				
		Pérdida Máxima		Concentración		Probabilidad de fracaso
		Bonanza	Dificultad	Bonanza	Dificultad	
Reducción de Su (Reducción en la prima de riesgo del activo)	Aumente	Neutro	Neutro	Neutro	Neutro	Mejora
Aumento de Sd (Reducción de la severidad del activo)	Aumente o disminuya	Mejora	Mejora	Mejora/ Empeora	Mejora/ Empeora	Empeora
Reducción de Sd (Aumento de la severidad del activo)	Aumente o disminuya	Empeora	Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora/ Empeora	Mejora

El modelo considera que el directivo no sólo percibe las relaciones causales más intuitivas de sus acciones sobre el incentivo, como es la variación de Sd sobre la morosidad. También percibe los efectos menos intuitivos de sus acciones, como pueden ser los efectos de Su y Sd sobre la probabilidad de éxito y fracaso. Recuérdese que nuestro modelo es riesgo neutral.

La novedad que nos ofrece nuestro modelo es que la actuación sobre la severidad del activo (Sd) reduce la probabilidad de éxito y esa reducción hace que, en ocasiones, la retribución del directivo pueda verse reducida.

O lo que es lo mismo, contra lo que la intuición nos indica, un incremento de la morosidad puede suponer un incremento del valor actual de la retribución directiva ligada a incentivos para reducir la morosidad. Tal consecuencia se produce a través del incremento de la probabilidad de éxito.

Al margen de S_d , la actuación sobre S_u tiene un efecto compatible con la estabilidad financiera.

Por lo tanto, la reducción de la morosidad no siempre tiene un efecto favorable sobre la estabilidad financiera si un directivo considera todas las consecuencias, las más intuitivas y las menos intuitivas, de sus acciones.

Caso de no poder eliminarse los incentivos sobre la morosidad, se recomienda que se complementen con incentivos que fomenten la reducción de S_u , si bien surgen dudas sobre la disposición de los accionistas para aplicar este tipo de medida complementaria.

Antes de resumir las principales conclusiones de este capítulo resulta interesante aportar un análisis empírico sobre la influencia del tipo de retribución en la estabilidad financiera.

VIII.9.- ANÁLISIS EMPÍRICO.

En este realizamos buscamos evidencias empíricas de algunas de las conclusiones que el modelo nos aporta. Para ello nos planteamos la pregunta ¿influyen los sistemas de retribución aplicados en el sistema bancario sobre la estabilidad financiera?.

Para responder a esta pregunta realizamos dos análisis empíricos sobre el sistema financiero español. El segundo de estos análisis resulta especialmente explicativo de las conclusiones a las que llegamos mediante la utilización del modelo teórico de estabilidad financiera al análisis de las retribuciones.

En ambos análisis empíricos utilizamos datos de la vigente crisis, ya que esta constituye un buen campo de pruebas para analizar si estabilidad financiera se ha visto afectada por los sistemas retributivos seguidos en el periodo previo a la crisis.

VIII.9.1.- PRIMER ANÁLISIS EMPÍRICO.

Partimos de la información pública facilitada por los test encargados por el Gobierno español a la consultora Oliver Wyman publicados en la página web de Banco de España. También de la información publicada por el FROB en su página web y de los informes anuales de aquellos grupos bancarios incluidos en el informe de Oliver Wyman.

Tratamos de ver la relación entre los sistemas retributivos y la mayor o menor inestabilidad financiera aportada por cada entidad al sistema.

Como proxy de la inestabilidad financiera aportada por una entidad al sistema tomamos la ratio entre, por un lado, las pérdidas en la cartera de cada entidad calculadas por Oliver Wyman y, por otro lado, la suma de los recursos propios y las provisiones por insolvencias de cada entidad.

Las pérdidas calculadas por Oliver Wyman parten siguen una metodología común para todo el sistema financiero, por lo que dan una homogeneidad a la información difícilmente conseguible de otro modo.

La suma de provisiones más recursos propios representa los fondos reservados por la entidad para hacer frente a esas pérdidas. Se han tomado los recursos propios de la mejor calidad, compuestos fundamentalmente por capital más reservas. Hemos restado las ayudas públicas facilitadas por el FROB a distintos grupos bancarios por tratarse de recursos propios que computan como CET1 (common equity tier I). De esta manera no hacemos depender la fortaleza de la entidad de las ayudas que puntualmente hayan podido recibirse del sector público.

Cuanto mayor sea aquella ratio, mayor será la inestabilidad financiera que esa entidad aporta al sistema financiero español.

Por otro lado, como proxy sobre el sistema retributivo tomamos la ratio entre, por un lado, (i) los fondos provisionados para los compromisos por pensiones por la entidad y, por otro lado, (ii) los activos ponderados por riesgo de cada entidad (RWA).

Los datos concretos de los que partimos se reflejan en el siguiente cuadro. Pese a que toda la información utilizada es pública preferimos no indicar expresamente el grupo bancario a que se refiere la información y colocamos los datos expresados en base 100. Las conclusiones del estudio con estas transformaciones no varían.

Cuadro VIII.9

	a	b	c=a-b	d	e=c+d	f	g=f/e	h	i	j=h/i
	Common Equity Tier (CET) 1 2011	Ayudas Públicas	CET1 - Ayudas	Existing Provisión	Capital + Provisiones	Pérdida Escenario Adverso	Aportación a la inestabilidad financiera	Fondos Pensiones	RWA 2011	Importancia de la retribución diferida
	Base 100: CET 1 2011 del Grupo Bancario 1 = 100						Base 100: RWA 2011 del Grupo Bancario 1 = 100			
Grupo Bancario 1	100	0	100	22	122	62	51%	2,11	100,00	2,1%
Grupo Bancario 2	59	4	56	18	74	57	78%	1,07	60,17	1,8%
Grupo Bancario 3	34	2	32	31	63	60	95%	0,53	34,68	1,5%
Grupo Bancario 4	11	0	11	7	18	14	75%	0,02	8,45	0,3%
Grupo Bancario 5	16	15	1	24	25	46	188%	0,12	14,18	0,9%
Grupo Bancario 6	5	0	5	2	6	6	97%	0,00	4,92	0,0%
Grupo Bancario 7	6	2	5	7	12	17	146%	0,06	6,76	0,9%
Grupo Bancario 8	2	2	1	3	4	11	272%	0,00	2,91	0,1%
Grupo Bancario 9	18	0	18	14	32	41	126%	0,05	17,44	0,3%
Grupo Bancario 10	7	7	1	8	9	23	262%	0,05	8,55	0,6%
Grupo Bancario 11	6	5	1	11	12	32	273%	0,04	7,54	0,6%
Grupo Bancario 12	15	8	6	36	43	78	184%	0,04	29,39	0,2%
Grupo Bancario 13	4	0	4	2	6	7	116%	0,03	3,98	0,7%
Grupo Bancario 14	5	4	1	7	8	16	214%	0,02	4,95	0,5%
Grupo Bancario 15	2	0	2	2	4	5	129%	0,00	2,28	0,2%
Grupo Bancario 16	5	0	5	3	7	7	96%	0,04	3,47	1,2%
Grupo Bancario 17	3	1	3	4	6	11	168%	0,04	4,24	0,9%

Realizando una regresión sobre los datos anteriores vemos que existe una cierta relación entre la política retributiva seguida una entidad financiera y la inestabilidad financiera que aporta al sistema. Obtenemos un R^2 del 22%, siendo la ecuación resultante:

$$\text{INESFIN} = 1,9176 - 54,4671 \text{ REDIF}$$

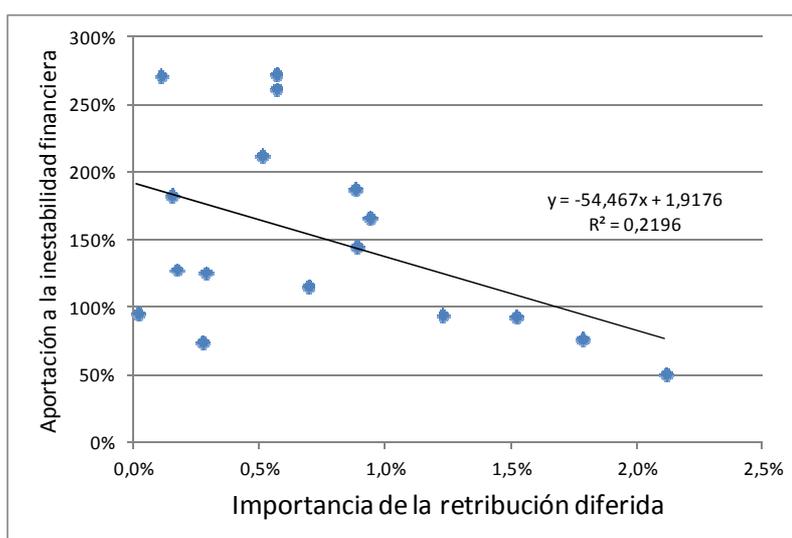
A la aportación a la inestabilidad financiera la denominamos INESFIN y a la importancia de la retribución diferida la denominamos REDIF

REDIF	B	R2	sev	SS reg
-54,4671	1,9176	22%	0,6505	1,7856
se2	se1	F	df	SS resid
26,5132	0,2526	4,2203	15,0000	6,3464

El contraste de hipótesis mediante el Test-t, para un nivel de significación del 6%, dado un valor de T es de 2,05, y que el valor crítico de T es de 2,03, nos permite concluir que el coeficiente de la pendiente es útil para calcular la variable independiente.

El contraste de hipótesis mediante el estadístico F se sitúa en 4,22. El valor crítico de F es de 0,0578. Esto nos permite concluir que los resultados no se produjeron por azar y que la ecuación tiene valor explicativo de la variable dependiente. La probabilidad de que se obtenga al azar tal valor para el valor de F es del 5,78%. El siguiente gráfico representa los datos de la regresión.

Gráfico VIII.2



Podemos concluir que se aprecia relación estadísticamente significativa entre la inestabilidad financiera que aporta una entidad al sistema financiero al que pertenece y la política de retribuciones seguida por dicha entidad. En especial, un mayor peso de la retribución diferida genera una menor inestabilidad financiera.

VIII.9.2.- SEGUNDO ANÁLISIS EMPÍRICO.

Como proxy de la inestabilidad financiera aportada por una entidad al sistema tomamos, al igual que en la prueba empírica anterior, la ratio entre, por un lado, las pérdidas en la cartera de cada entidad calculadas por Oliver Wyman y, por otro lado, la suma de los recursos propios y las provisiones por insolvencias de cada entidad.

Por otro lado, como proxy sobre el sistema retributivo tomamos la ratio entre, por un lado, (i) la retribución de la Alta Dirección declarada en el Informe de Gobierno Corporativo del ejercicio 2008 publicado en el página web de la Comisión Nacional del Mercado de Valores y, por otro lado, (ii) los gastos de personal del balance consolidado público de cada entidad, publicados en la misma web.

Tomamos el año 2008 ya que puede considerarse como el ejercicio del fin del ciclo de bonanza en los resultados de las entidades bancarias españolas; durante ese ejercicio los efectos de la crisis todavía no hicieron mella en las cuentas anuales de las entidades españolas. Por ello, es de suponer que, en tal ejercicio, las retribuciones totales de los directivos bancarios incorporaban las mayores proporciones de retribución variable del ciclo¹⁰¹.

Suponemos que aquellas entidades cuyos directivos perciben mayores cantidades de retribución total incorporan una mayor proporción de retribución variable.

Los datos concretos de los que partimos se reflejan en el siguiente cuadro. Pese a que toda la información utilizada es pública preferimos no indicar el grupo bancario a que se refiere la información y expresar en base 100 la información numérica. Las conclusiones del estudio no se ven afectadas por estas transformaciones.

Cuadro VIII.10

¹⁰¹ Los informes de gobierno corporativo fueron establecidos en el ejercicio 2004, con lo que carecemos una profunda histórica suficiente para realizar un análisis temporal significativo.

	a	b	c	d = (b / c) x 1000
(miles de euros)	Aportación a la inestabilidad financiera	Retribuciones de la alta dirección	Gastos de personal	Importancia de la retribución de la Alta Dirección
		<i>Base 100</i>		
Grupo Bancario 1	51%	1,21	100,00	12
Grupo Bancario 2	78%	0,30	71,15	4
Grupo Bancario 3	95%	0,36	37,56	10
Grupo Bancario 4	75%	0,05	3,22	16
Grupo Bancario 5	188%	0,15	15,63	10
Grupo Bancario 6	97%	0,02	3,77	6
Grupo Bancario 7	146%	0,11	7,57	14
Grupo Bancario 8	272%	0,04	1,60	26
Grupo Bancario 9	126%	0,12	15,30	8
Grupo Bancario 10	262%	0,15	7,63	20
Grupo Bancario 11	273%	0,11	7,77	14
Grupo Bancario 12	184%	0,36	27,56	13
Grupo Bancario 13	116%	0,02	4,45	4
Grupo Bancario 14	214%	0,11	6,38	17
Grupo Bancario 15	129%	0,05	2,50	21
Grupo Bancario 16	96%	0,04	3,96	10
Grupo Bancario 17	168%	0,06	5,16	11

Realizando una regresión sobre los datos anteriores vemos que existe una cierta relación entre la política retributiva seguida una entidad financiera y la inestabilidad financiera que aporta al sistema. Obtenemos un R^2 del 36%, siendo la ecuación resultante:

$$\text{INESFIN} = 0,6098 - 0,0710 \text{ TOTRE}$$

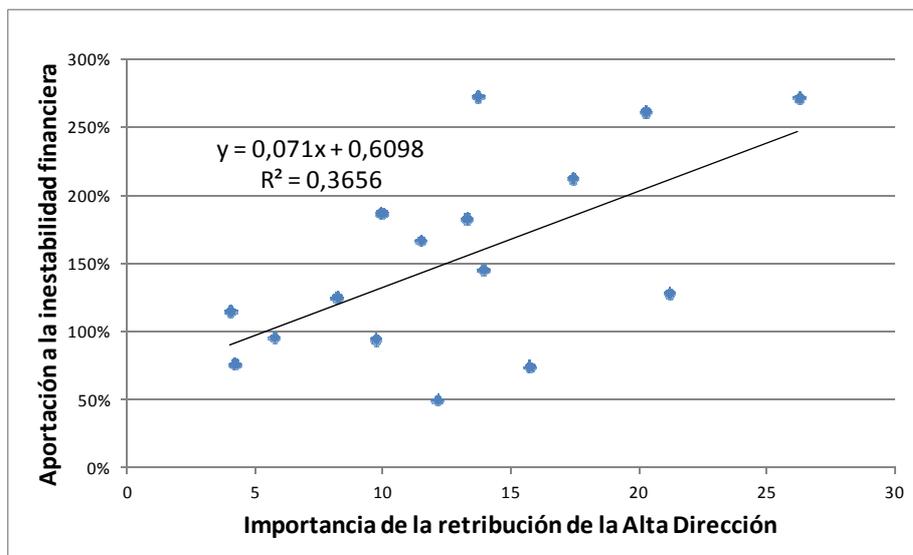
A la “Aportación a la inestabilidad financiera” la denominamos INESFIN y a la “Importancia de la retribución diferida” la denominamos TOTRE.

TOTRE	b	R2	sev	SS reg
0,0710	0,6098	0,3656	0,5864	2,9733
se2	se1	F	df	SS resid
0,0241	0,3383	8,6457	15,0000	5,1587

El contraste de hipótesis mediante el Test-t, para un nivel de significación del 2,5%, dado un valor de T es de 2,94, y que el valor crítico de T es de 2,49, nos permite concluir que el coeficiente de la pendiente es útil para calcular la variable independiente.

El contraste de hipótesis mediante el estadístico F se sitúa en 8,6457. El valor crítico de F es de 0,01. Esto nos permite concluir que los resultados no se produjeron por azar y que la ecuación tiene valor explicativo de la variable dependiente. La probabilidad de que se obtenga al azar tal valor para el valor de F es del 1,00%. El siguiente gráfico representa los datos de la regresión.

Gráfico VIII.2



Podemos concluir que se aprecia relación estadísticamente significativa entre la inestabilidad financiera que aporta una entidad al sistema bancario al que pertenece y la política de retribuciones seguida por dicha entidad. En especial, un mayor peso de la retribución de la Alta Dirección en la retribución total de la entidad genera una mayor inestabilidad financiera.

Merece la pena una breve discusión sobre esta conclusión. Nuestro análisis teórico concluía que ninguna retribución variable resultaba compatible con el logro de la estabilidad financiera. Mediante este análisis empírico hemos relacionado la inestabilidad financiera con el peso de la retribución variable en el conjunto de la masa salarial de los principales grupos bancarios españoles. Parece lógico suponer que las retribuciones variables son más elevadas en aquellos grupos en los que este peso es mayor. Por ello, relacionando ambas magnitudes logramos una aproximación a la relación entre retribución variable y estabilidad financiera. Este análisis nos permite concluir que efectivamente, tal y como nuestro modelo teórico predecía, en aquellos casos en los que la retribución variable es superior, la inestabilidad financiera es mayor.

Pensamos que tiene sentido centrarse en el estudio de la retribución variable de la alta dirección ya que las principales decisiones estratégicas que marcan el futuro de la entidad se toman en este ámbito. Aunque las recomendaciones de buen gobierno señalan formalmente al consejo de administración como la pieza fundamental en la aprobación de las mismas, su articulación real concentra en los principales ejecutivos de cada entidad su diseño y proposición al consejo, quien rara vez cuestiona las mismas. Desde nuestro punto de vista, han sido estas decisiones estratégicas las que han marcado el mayor o menor éxito de cada entidad ante el entorno recesivo posterior al que se han enfrentado. Por ejemplo, la

decisión de contener o mantener el crecimiento de volúmenes o rentabilidades de la entidad resulta fundamental para el desempeño final la misma en tal fase recesiva. Por ello, la estabilidad financiera sufre cuando algunos directivos han visto abierta y han aprovechado, la posibilidad de que su consejo les permitiera un mayor enriquecimiento personal recurriendo al sencillo expediente de crecer cuando es fácil crecer porque las condiciones económicas son propicias para tal maniobra estratégica.

Este análisis nos conectaría con una de las líneas básicas de la literatura sobre las retribuciones: aquella que considera la práctica compensatoria de la retribución variable como una forma abusiva de no respetar los derechos del conjunto de stakeholders. También importa reseñar, como predica una parte de la literatura, que los stakeholders han reaccionado ante esto elevando los costes de agencia. Por ejemplo, los acreedores mediante el incremento de las primas de riesgo o el Estado incrementado la regulación a fin de elevar los niveles legales mínimos de solvencia de las entidades.

VIII.10.- CONCLUSIÓN.

No existe en la literatura una línea que trate expresamente los efectos de las retribuciones directivas sobre la estabilidad financiera. La carencia de un concepto generalmente aceptado de estabilidad financiera complica la tarea. La aplicación del concepto y el modelo de estabilidad financiera que hemos desarrollado en este trabajo al análisis de los distintos tipos de retribuciones nos permite pronunciarnos sobre la compatibilidad o no de estos distintos tipos de retribuciones sobre la estabilidad financiera.

Las principales conclusiones a las que llegamos en este capítulo, tras los análisis empírico y teórico realizados, son:

- El análisis empírico realizado induce a pensar que los sistemas de retribución tienen influencia en la mayor o menor inestabilidad financiera que cada entidad genera. En especial, un mayor peso de la retribución de la Alta Dirección en la retribución total de la entidad genera una mayor inestabilidad financiera y una mayor retribución diferida genera mayor estabilidad financiera.
- El análisis teórico concluye que, analizado un amplio rango de sistemas de retribución variables entre los que se encuentran los más frecuentemente utilizados, ninguno de los sistemas de retribución variable resultan totalmente compatibles con el mantenimiento de la estabilidad financiera. La única excepción serían el establecimiento de incentivos vinculados al incremento del volumen del pasivo, en momentos de dificultades (cuando la

probabilidad de crisis es elevada y la eficiencia del sistema financiero es baja).

Estas conclusiones resultan compatibles con las conclusiones que alcanza la mayor parte de la literatura sobre la materia. Esta literatura no se dirige directamente a analizar los efectos de la retribución sobre la estabilidad financiera, pero encuentran, en su mayor parte, una relación positiva entre los sistemas de retribución variable ligados al rendimiento de la acción y el incremento del riesgo asumido por las entidades.

Así, desde el punto de vista de la estabilidad financiera lo ideal sería que las retribuciones de los directivos bancarios no incluyesen ninguna forma de retribución variable financiera. Cualquier retribución variable viene influida por la probabilidad de ocurrencia. La probabilidad de ocurrencia viene influida a su vez, en nuestro modelo, por cuatro variables (S , S_u , S_d , irf). De estas 4 variables, sobre dos (S_u , S_d) el directivo tiene influencia mediante cambios en la composición de la cartera. Para ambas variables, los movimientos que incrementan la probabilidad de éxito pueden tener efectos negativos para alguna de las otras dimensiones de la estabilidad financiera. Por lo tanto, cualquiera que sea el tipo de retribución variable, el directivo podría adoptar estrategias para maximizar su retribución variable que afectasen a la estabilidad financiera perjudicándola.

Adicionalmente, el análisis realizado permite formular recomendaciones sobre cómo complementar algunos de los tipos de retribuciones variables anteriores a fin de minimizar los efectos sobre la estabilidad financiera para el caso que se mantengan vigentes tales retribuciones variables:

- En el caso de la retribución que incluya stocks options y en el caso de la retribución vinculada al margen financiero podría complementarse con objetivos vinculados a la reducción del precio de repago de la deuda emitida por la firma (∇K).
- En el caso de la retribución de la retribución vinculada al coste del pasivo podría complementarse con objetivos vinculados a la reducción del precio de repago de la deuda emitida por la firma (∇K) y con objetivos vinculados a la reducción del precio del activo caso de éxito (∇S_u).
- En el caso de la retribución vinculada a la morosidad y en el caso de la retribución vinculada a la rentabilidad del activo podría complementarse con objetivos vinculados a la reducción del precio del activo caso de éxito (∇S_u).

El análisis anterior conecta nuestro trabajo con la línea de la literatura que pone el acento en los efectos negativos para los stakeholders generados por las retribuciones variables. Recordemos que, en este trabajo, hemos concebido la inestabilidad financiera como inestabilidad transmitida a los acreedores. Tanto el análisis empírico, como el análisis teórico, nos llevan a concluir que los distintos tipos de retribuciones variables analizadas no fomentan la estabilidad financiera.

Como línea de investigación futura podrían tratarse los efectos de la retribución variable sobre los accionistas de las empresas bancarias tomando elementos del modelo que proponemos en este trabajo.

CAPÍTULO IX

OTRAS APLICACIONES DEL MODELO PROPUESTO.

CAPÍTULO IX.- OTRAS APLICACIONES DEL MODELO PROPUESTO.

A raíz de la crisis iniciada en el verano de 2007, se han abierto o retomado debates sobre las implicaciones para la estabilidad financiera de la existencia de entidades de gran tamaño, se ha abierto el debate sobre la coordinación entre la supervisión micro y macro-prudencial, sobre el sistema financiero como amplificador de las turbulencias financieras o sobre la influencia de los mercados interbancarios en la estabilidad financiera.

En este apartado, vamos a utilizar el modelo propuesto para analizar los efectos de estos cuatro fenómenos sobre la estabilidad financiera.

No son pocos los trabajos sobre estas cuestiones que se limitan a emitir opiniones subjetivas, generalmente basadas en la intuición (cuando no en argumentos de autoridad); en muchas ocasiones se echan en falta justificaciones bien fundamentadas, basadas en teorías sólidas sobre los problemas tratados. Sorprende que en algunos casos se observe el recurso a argumentos de autoridad emitidos por personas o instituciones que han fallado estrepitosamente en la prevención de la crisis.

En este capítulo, vamos a intentar acercarnos a una solución más científica a algunas de estas cuestiones aplicando el modelo propuesto en los capítulos anteriores. Concretamente, nos vamos a ocupar en los cuatro problemas citados: modo de articular la supervisión macro y la micro-prudencial; aceleración financiera; análisis de la influencia del tamaño relativo de las unidades que componen un sistema sobre la estabilidad financiera del mismo; y efectos de los mercados financieros en la estabilidad financiera.

IX.1.- APLICACIÓN DEL MODELO (I): ORGANIZACIÓN DE LA SUPERVISIÓN MACRO-PRUDENCIAL Y LA SUPERVISIÓN MICRO-PRUDENCIAL.

IX.1.1.- PLANTEAMIENTO DE LA CUESTIÓN.

Tras crisis financiera desencadenada en el verano de 2007, las recomendaciones internacionales van en la línea de reforzar la supervisión macroprudencial¹⁰², como pone de manifiesto Larosiére (2009) y G20 Working Group (2009). La crítica es que la supervisión se ha basado en los aspectos microprudenciales y no ha prestado atención suficiente a los aspectos macroprudenciales.

¹⁰² Sobre el origen del término “macroprudencial” puede verse Clement (2010)

Puede sorprender esta conclusión cuando existen trabajos empíricos anteriores a la crisis que muestran extendida utilización por los bancos centrales de la perspectiva macroprudencial en la gestión de la estabilidad financiera. Así lo pone de manifiesto Čihák (2006) quien analiza 160 informes de estabilidad financiera de 47 países, de los 10 años anteriores a la publicación de su trabajo. A la vista de tal profusión de informes, no parece que la falta de análisis macroprudencial sea una de las raíces causantes de la crisis aun vigente.

Respecto de las limitaciones y efectos indeseados del enfoque microprudencial, la literatura ha puesto el acento en su prociclicidad y en su limitación para capturar y gestionar concentraciones. La prociclicidad de la regulación de solvencia ha sido demostrada por Repullo, Saurina y Trucharte (2010). Respecto de la prociclicidad de la regulación contable, se aduce que el uso del valor razonable puede resultar un elemento clave de retroalimentación de la inestabilidad financiera, aunque la literatura no es pacífica a este respecto, como pone de manifiesto Glavan (2010). Respecto de la concentración, puede citarse a Fell y Schinasi (2005) quienes proponen dedicar esfuerzos para controlar las concentraciones que se producen en los sistemas.

Sea como fuere, la sensación es que la supervisión macroprudencial está de moda y la microprudencial resulta, en cierto modo, denostada. Según sus partidarios, el enfoque “micro” llevó a los supervisores a caer en la “falacia de la composición”, al pensar se pueden tomar la suma de las partes como el todo. En este sentido, Borio (2009c) indica que es un error pensar que la sanidad de las unidades individuales es condición necesaria y suficiente para la sanidad del conjunto del sistema.

Pese al frecuente uso de ambos términos, no siempre resulta clara la distinción entre supervisión macro-prudencial y micro-prudencial. Tal diferenciación resulta sistematizada por Borio (2009c) quien resume las diferencias entre ambas en los siguientes puntos:

- Objetivo próximo:
 - o Macro: limitar crisis sistémicas.
 - o Micro: limitar crisis individuales.
- Objetivo último:
 - o Macro: evitar costes al GDP
 - o Micro: evitar costes a los consumidores (inversores y depositantes)
- Caracterización del riesgo:
 - o Macro: considerado dependiente del comportamiento colectivo (endógeno).
 - o Micro: considerado independiente del comportamiento colectivo (exógeno).
- Correlaciones y exposiciones entre las instituciones:

- Macro: Importante
- Micro: Irrelevante
- Calibración de los controles prudenciales:
 - Macro: en términos de riesgo sistémico. Análisis top-down de los riesgos residuales y análisis de la contribución de cada unidad al riesgo sistémico del conjunto. Aplicación de normas supervisoras de forma variable en función de la contribución de cada entidad.
 - Micro: en términos de riesgo individual (bottom-up). Aplicación de criterios similares a todas las entidades.

Desde nuestro punto de vista, las ideas de Borio resultan criticables, al enlazar con un vicio común en la literatura. Tal vicio consiste en suponer que los gestores de las entidades individuales están exentos de considerar en sus decisiones los riesgos macroeconómicos. Si aplicamos tal doctrina, estamos inyectando en el sistema dosis elevadísimas de riesgo moral, lo cual genera, indudablemente, inestabilidad financiera. Pensamos que lo correcto es que cualquier entidad individual, en la gestión de sus activos, debe considerar todos los factores que pueden afectar al precio de sus activos, sean micro o macroeconómicos, individuales o sistémicos, endógenos o exógenos, nacionales o internacionales.

Si pasamos de la gestión a la supervisión, un supervisor microprudencial también debe considerar todos los factores que pueden afectar al precio de los activos del supervisado, pues de otra manera su trabajo no sólo resultaría imposible de realizar, sino que sus conclusiones serían inútiles para el propósito del logro de la estabilidad financiera.

Por ello, pensamos que la única diferencia entre la supervisión macroprudencial y microprudencial radica en que la primera parte de información agregada y la segunda del análisis individual de las entidades de un sistema.

Pese al poco eco que encuentran en la literatura las posturas que defienden las bondades de la supervisión microprudencial, desde nuestro punto de vista es un factor clave, por lo que importa traer a colación la defensa de la misma realizada por De Juan (1997).

Considerar que la supervisión macroprudencial parte de información agregada, y la supervisión microprudencial de información más individualizada, nos permite jugar con ambos tipos informaciones, tal y como hemos venido haciendo en buena parte de este trabajo a través del modelo que proponemos.

El objetivo de este apartado es analizar qué papel deberían jugar ambas supervisiones. Para ello, utilizando el modelo que proponemos en este trabajo, analizaremos si las cualidades de estabilidad financiera del conjunto del sistema se

cumplen en las partes integrantes de un sistema financiero y si las cualidades de estabilidad financiera de las partes garantizan la estabilidad financiera del total sistema financiero. Es decir, se trata de analizar si se produce (i) la “falacia de la composición”, (ii) la “falacia de la división” (iii) ambas o (iv) ninguna.

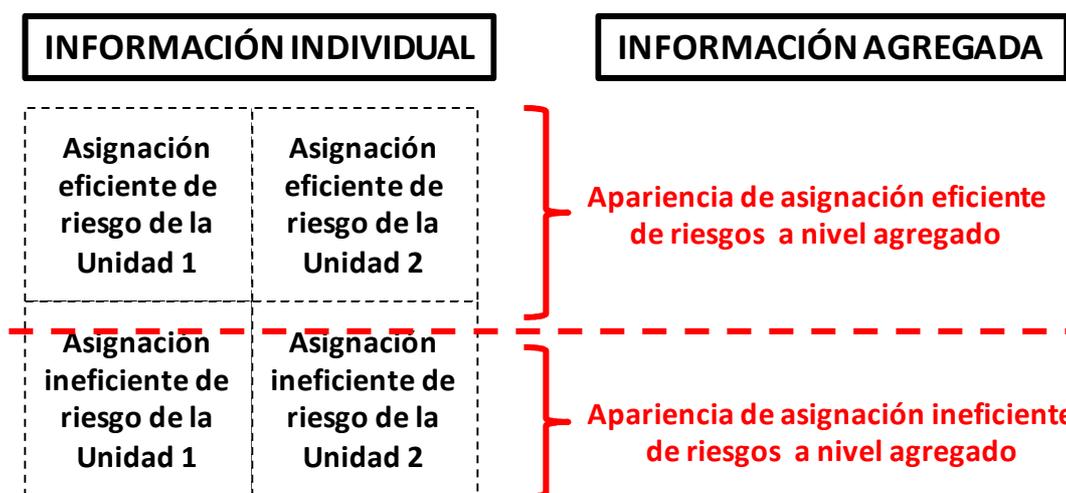
IX.1.2.- APLICACIÓN DEL MODELO Y DISCUSIÓN.

Para aclarar esta cuestión nos basamos en el modelo propuesto en esta tesis. Podemos adelantar que, mediante la utilización del modelo propuesto en esta tesis, llegamos a las siguientes conclusiones:

- Si las partes son sanas, el todo aparecerá necesariamente como sano.
- Si las partes son insanas, el todo aparecerá como sano o como insano.
- Por ello, si el todo es sano, pueden existir partes insanas.
- Si el todo es insano, necesariamente existen partes insanas.

La Figura IX.1 trata de sintetizar las conclusiones a las que llegamos.

Figura IX.1



La demostración de esto puede realizarse analizando si cada una de las condiciones que el modelo establece como necesarias para una asignación eficiente del riesgo (i) se cumplen para el consolidado cuando se cumplen en las dos unidades que componen el sistema y (ii) pueden no cumplirse en las unidades y cumplirse en el consolidado. Recordemos que las condiciones del modelo son:

$$\frac{Su}{(1 + i_{rf})} \geq S \geq \frac{Sd}{(1 + i_{rf})}$$

$$\infty \geq Su \geq \text{Max}(S(1 + i_{rf}), K)$$

$$\text{Min}(S(1 + i_{rf}), K) \geq Sd \geq 0$$

$$Su \geq K \geq Sd$$

$$\left(\frac{Su}{S} - 1\right) \geq i_{rf} \geq \left(\frac{Sd}{S} - 1\right)$$

$$\{S; Su; Sd; K\} \geq 0$$

Si un sistema financiero no realiza una gestión eficiente de los riesgo y beneficios financieros no está cumpliendo adecuadamente su función social, consistente en la correcta asignación del ahorro a los proyectos de de inversión más adecuados.

Considerando todo lo anterior, los pasos realizar la demostración son los siguientes:

1.- Cuando las unidades son sanas, el sistema necesariamente es sano.

Esto quedará demostrado si se cumple que cuando las condiciones de gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros se cumplen en las unidades del sistema, necesariamente se cumplen también en el consolidado.

Para las condiciones relativas a las variables S, Su, Sd y K, es obvio que cuando las condiciones se cumplen en las unidades, también se cumplen en el sistema, ya que $S_s = S_1 + S_2$, que $Su_s = Su_1 + Su_2$, que $Sd_s = Sd_1 + Sd_2$ y que $K_s = K_1 + K_2$.

Así, si $\frac{Su_1}{(1+i_{rf})} \geq S_1 \geq \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})}$ y $\frac{Su_2}{(1+i_{rf})} \geq S_2 \geq \frac{Sd_2}{(1+i_{rf})}$, entonces $\frac{Su_1}{(1+i_{rf})} + \frac{Su_2}{(1+i_{rf})} \geq S_1 + S_2 \geq \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} + \frac{Sd_2}{(1+i_{rf})}$ y, por tanto, $\frac{Su_s}{(1+i_{rf})} \geq S_s \geq \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})}$.

El mismo razonamiento resulta aplicable para las variable S, Sd y K, obteniéndose la misma conclusión. Téngase en cuenta que i_{rf} es idéntico para el sistema en su conjunto y las unidades individuales que componen sistema.

Por lo tanto, podemos concluir que sólo si las partes son sanas el todo puede ser sano. Por ello, podemos concluir que no existe la falacia de la composición.

2.- Si las partes son insanas, el todo aparecerá como sano o como insano.

Puede suceder que apareciendo el todo como sano, alguna de las partes que componen el sistema sea insana. Cuando esto sucede, las condiciones de asignación eficiente de riesgos no se cumplen en una de las unidades del sistema y sí se cumplen en el consolidado.

Resulta fácil demostrar que pueden no cumplirse las condiciones en alguna de las unidades y cumplirse en el consolidado. Si tomamos las condiciones $Su_1 \geq K_1$ y $Su_2 \geq K_2$, puede ser que $Su_1 \leq K_1$ y $Su_2 \geq K_2$ y que se cumpla que $Su_c \geq K_c$. Por ejemplo, respectivamente, $1 < 10$ y $20 \geq 2$ y, sin embargo, $21 \geq 12$.

Con ello queda demostrado que si las partes son insanas, el todo podrá parecer tanto sano, como insano. Es decir, se produce la falacia de la división que permite inferir, de forma errónea, que las partes son sanas cuando el todo es sano.

3.- Si el todo es insano, necesariamente existen partes insanas.

La argumentación es similar al apartado 1. Para las condiciones relativas a las variables S , S_u , S_d y K ¹⁰³ es obvio que, cuando las condiciones se incumplen en el sistema, necesariamente se incumplen en alguna de las unidades. Así, si $S_u < K_s$, entonces $S_{u_1} + S_{u_2} < K_1 + K_2$. Si suponemos que la unidad 1 realiza una gestión eficiente del riesgo ($S_{u_1} > K_1$), entonces, necesariamente, la unidad 2 deberá realizar una gestión ineficiente del riesgo debiendo cumplirse que $S_{u_2} < K_2$.

Por ello, podemos concluir que cuando esta condición de gestión eficiente de los riesgos y beneficios se incumple en el sistema, necesariamente se incumple en alguna de las partes.

Esta eficacia limitada de la información consolidada, genera repercusiones importantes para la política supervisora, especialmente para el debate que enfrenta la supervisión macro-prudencial y la supervisión micro-prudencial.

La conclusión de lo analizado es que ambas perspectivas son necesarias. La supervisión macro-prudencial estaría basada en las cifras consolidadas del sistema, por lo que sólo nos permitiría identificar algunos de los casos en los que existe una asignación ineficiente de los riesgos (no todos). Una parte de las asignaciones ineficientes de riesgos y beneficios no serían detectables mediante la supervisión macro-prudencial.

Por ello, resulta imprescindible para una adecuada supervisión de la estabilidad financiera el concurso de la supervisión micro-prudencial. Esta, mediante el análisis individual de las unidades financiadas, permitiría detectar aquellos casos de incorrecta asignación de riesgos y beneficios financieros no detectados mediante por la supervisión macro-prudencial. Sobre la importancia de la supervisión microprudencial puede verse De Juan (1997).

Desde el punto de vista supervisor la situación más peligrosa se produciría cuando la visión macro-prudencial indica que existe una asignación eficiente de riesgos y beneficios, pero en realidad esta no se produce en las unidades que componen el sistema, realizando alguna de las unidades una gestión ineficiente del riesgo financiero.

¹⁰³ Téngase en cuenta que irf es idéntico para el sistema en su conjunto y las unidades individuales que componen sistema.

Una última reflexión sobre el debate que antagoniza las supervisiones macro y micro prudenciales. Importa indicar que una correcta gestión del riesgo exige que los responsables de las unidades (empresas) consideren, en los análisis que realizan para la toma de sus decisiones financieras, los aspectos macroeconómicos del entorno en el que se desenvuelven. Cualquier gestor de cualquier empresa para realizar una correcta gestión financiera debe considerar cualquier aspecto que pueda influir en el valor de los activos financieros que gestiona, incluidos los aspectos macroeconómicos.

De otra manera incurrimos en una suerte de riesgo moral, por el que los responsables de tomar cada una de las decisiones de inversión (asunción de riesgos) de las empresas financieras, no serían responsables de considerar los riesgos macroeconómicos en los análisis previos de tales inversiones y en el seguimiento y gestión posterior del riesgo de sus carteras.

Parte de los debates generados en la crisis originada desencadenada en el verano de 2007 tiene que ver con la búsqueda de culpables. Resulta habitual escudarse en que se trata de una “crisis importada”, una “crisis internacional”, una “crisis macroeconómica” o una “crisis imprevisible”. Tales argumentos descansan implícitamente en que existen elementos que una unidad individual no debe considerar en la gestión de sus riesgos financieros: los aspectos importados, internacionales, macroeconómicos o imprevisibles (poco probables).

Hace unos años, un director de riesgos de una importante entidad financiera española, hizo colgar en las paredes del departamento de riesgos un cartel que rezaba: “El ciclo existe”. La anécdota ilustra la importancia de que cada unidad de un sistema considere todos los riesgos que afectan al valor de sus activos, independientemente de su origen macroeconómico o microeconómico.

De forma paralela la gestión microprudencial debe considerar también los aspectos macroeconómicos en la búsqueda de una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros. Admitir lo contrario supone justificar la existencia de grandes riesgos morales en la economía.

Por ello, nos permitimos reformular los conceptos de supervisión microprudencial y macroprudencial, establecidos por Borio, en base a tres ideas: la supervisión macroprudencial sería prescriptiva y la supervisión microprudencial sería descriptiva y coercitiva.

El objetivo de la supervisión macroprudencial sería prescriptivo, ya que se encargaría de definir el nivel de inestabilidad financiera que se considera soportable por el sistema, dado que su eliminación completa es imposible. Para

realizar este trabajo depende de la supervisión microprudencial, quien debe asegurar que todas las unidades del sistema realizan una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros. De esta manera se conjura el riesgo de la falacia de la división que antes hemos visto.

El objetivo de la supervisión microprudencial sería descriptivo, ya sólo ella puede permite detectar zonas del sistema donde no se realiza una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros. También sería coercitivo, ya que una vez detectadas estas zonas o unidades que no realicen una gestión eficiente de riesgo y beneficios financieros, estas deberían reconducirse hacia una gestión ortodoxa.

Además, la supervisión macroprudencial sería la encargada de fijar el nivel máximo de inestabilidad que se permite a nivel individual, por lo que el objetivo último de ambas supervisiones coincidiría en ambos tipos de supervisiones. Este consistiría tanto en evitar costes a acreedores, como al GDP.

También ambas deberían caracterizar el riesgo considerando el comportamiento colectivo. Ambas considerarían las correlaciones y exposiciones comunes, ya que en el análisis de las unidades individuales (propio de la supervisión microprudencial) deben tenerse en cuenta, como hemos repetido, todos los aspectos sistémicos o no que afecten al valor de sus activos y pasivos. Por último, sería sólo la supervisión microprudencial quien aplicaría de forma variable las normas supervisoras en función de la contribución al riesgo de cada entidad, ya que la coerción descansaría en ella, dado que las relaciones con las unidades individuales son realizadas por ella.

IX.1.3.- CONCLUSIONES DEL APARTADO.

Los principales aspectos a considerar tras el análisis anterior son los siguientes.

Si las unidades de sistema realizan una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros se puede producir la “falacia de la división”, pero no la “falacia de la composición”. Es decir, desde nuestro punto de vista, es correcto pensar que la sanidad de las unidades individuales es condición necesaria y suficiente para la sanidad del conjunto del sistema.

Una gestión de la estabilidad financiera basada en la información agregada puede no detectar casos de gestión ineficiente de riesgos y beneficios financieros, lo que puede llevar a una gestión viciada de la estabilidad financiera, debido a la falacia de la división. Basar la gestión de la estabilidad financiera en la supervisión macroprudencial puede resultar peligrosísimo para la estabilidad financiera de un sistema.

Una correcta gestión de la estabilidad financiera debe basarse en una supervisión microprudencial adecuada, siendo su papel descriptivo y coercitivo.

El objetivo básico de la supervisión microprudencial es garantizar que las unidades del sistema realizan una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros.

La gestión individual eficiente de los riesgos de los riesgos y beneficios financieros debe considerar cualquier aspecto que influya en el valor de los activos de la unidad individual, incluyendo los aspectos macroeconómicos y las exposiciones cruzadas entre entidades. De otro modo, se introducen en el sistema dosis de riesgo moral importantes.

El papel de la supervisión macroprudencial sería definir el nivel inestabilidad financiera (perdida, concentración y probabilidad de fracaso) que se considera soportable para el conjunto del sistema y genéricamente por cualquier unidad individual. La coerción descansaría, asimismo, en la supervisión microprudencial.

El papel de la supervisión macroprudencial es sólo prescriptivo, pero nunca descriptivo porque existe la falacia de la división.

Por tanto, el logro de la estabilidad financiera requiere el concurso de una supervisión macro, de carácter prescriptivo y de una supervisión micro de carácter descriptivo.

IX.2.- APLICACIÓN DEL MODELO (II): INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA REAL (NO POTENCIAL) DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA FINANCIERO.

Uno de los aspectos más debatidos en la crisis (o sucesión de crisis) iniciada en el verano de 2007 se refiere a la importancia del tamaño de las entidades que componen un sistema financiero. Son muchos los que consideran demasiado arriesgado para la estabilidad financiera la existencia de bancos muy grandes. Los defensores de esta tesis sostienen que este tipo de instituciones reducen la competencia, resultan difíciles de disciplinar para los supervisores, y reducen el acceso a los servicios bancarios. Este debate ha sido atizado de forma especial tras la caída de Lehman Brothers, el 15 de septiembre de 2008.

Los teóricos se han preocupado de este problema, desde hace años, conviviendo dos visiones opuestas sobre el mismo. Por un lado, la llamada “concentration-fragility-view”, sostiene que la concentración genera inestabilidad. Así, Uhde, A. and Heimeshoff, U. (2009)¹⁰⁴ indican que la concentración tiene efectos negativos sobre la estabilidad financiera. Allen y Gale (2004c) presentan como más probables las crisis en los sistemas financieros menos concentrados. También Boot y Greenbaum (1993) argumentan en el mismo sentido. Para esta visión los grandes bancos pueden prestar a tipos más altos, lo que obliga a sus acreditados a entrar en inversiones más arriesgadas, generándose a la larga, mayor riesgo para el prestamista. También sostienen que los grandes bancos son más difíciles de supervisar por la complejidad de su operativa, que se incrementa con el tamaño. Además, el ser demasiado grandes para quebrar crea un riesgo moral que incentiva a los gestores hacia el riesgo.

Por otro lado, la llamada “concentration-stability-view”, sostiene que la concentración genera estabilidad. Para esta visión el poder de mercado de los grandes bancos les permite cargar mayores tipos de interés a sus préstamos, lo que permite generar buffers de capital que otorgan estabilidad al sistema. Además, el tamaño favorece la diversificación, lo que hace posible una reducción del riesgo. Los seguidores de esta visión también exponen que los bancos más grandes son más fáciles de supervisar que un conjunto de entidades menores¹⁰⁵. En este sentido, puede verse Boyd et al. (2004).

No existen muchos estudios empíricos sobre esta cuestión. Los que existen no arrojan resultados homogéneos. Por un lado Beck, Demirgüç-Kunt y Levine (2007)

¹⁰⁴ Utiliza datos de balance de bancos de 25 países de la UE en el periodo 1997 a 2005 controlando los efectos sobre la estabilidad financiera mediante la técnica del Z-score.

¹⁰⁵ Desde nuestro punto de vista sucede justo lo contrario; resulta más complicado supervisar los grandes conglomerados financieros.

contrastan que más concentración hace los sistemas menos frágiles, sobre datos de 69 países desde 1980 a 1997.

En esta misma línea, Schaeck, Cihak y Wolfe (2009) usando datos de 38 países del periodo 1980 – 2003, investiga la relación entre competencia y estabilidad. Concluye que los sistemas más competitivos son más estables. También concluye que la concentración reduce la probabilidad de crisis sistémicas.

Por su parte, De Nicolo et al. (2004) indican que una mayor concentración puede producir mayor fragilidad (aislada del efecto de la intervención del gobierno) sobre un estudio de 100 bancos en el periodo 1993-2000.

Existen otros estudios también interesantes que, para los propósitos de nuestro trabajo, resultan menos relevantes al referirse a los efectos sobre la competencia, al control o a la intervención de bancos de gran tamaño¹⁰⁶.

Además, existe otra línea relacionada con el problema que abordamos en este apartado. Los nuevos trabajos sobre el riesgo sistémico surgidos en los últimos meses tratan de medir el riesgo sistémico aportado por cada unidad de las que componen un sistema financiero. Una de las conclusiones a las que llegan es que cuanto mayor es el tamaño de una unidad mayor es el riesgo sistémico que aporta. En este sentido puede verse Huang, Zhou y Zhu (2011). No obstante, no se trata del mismo problema que analizamos en este apartado. La formulación del problema que tratamos de resolver es si un sistema financiero más concentrado es un sistema financiero más inestable; lo que no es lo mismo.

En la mayor parte de este trabajo, hemos visto cómo es posible conocer el peor caso al que podemos enfrentarnos conociendo las magnitudes agregadas de un sistema financiado (pérdida absoluta máxima o IIC Absoluto), por lo que hablamos de estabilidad financiera potencial. En este apartado, vamos a analizar cómo puede afectar a la estabilidad real (no potencial) de un sistema, la variación en el tamaño de las unidades que lo componen. En este análisis, la estabilidad financiera potencial del sistema no varía, ya que las magnitudes agregadas del sistema tampoco lo hacen. Lo que varía es la composición interna del sistema,

¹⁰⁶ Respecto de sus efectos, podemos citar Houben, Kakes y Schinasi (2004) incluye el tamaño (“too big to fail”) como una de las causas de fallos en la competencia entre actores del mercado y nuevos competidores a la hora de analizar los fallos de mercado en finanzas. Respecto de su control, podemos citar el trabajo de la FSA, Financial Services Authority (2009) que plantea dos tipos de soluciones para el riesgo sistémico: (i) reducir el impacto de la pérdida, haciendo a los bancos sistémicos más pequeños o menos interconectados y (ii) reducir la probabilidad de pérdida, incrementando los requerimientos de capital. En este mismo sentido Allen, Babus y Carletii (2008) plantea la necesidad de que surjan nuevas líneas de investigación sobre cómo intervenir entidades de gran tamaño (“too big to liquidate”). En este sentido, resulta clásico el trabajo de Rochet y Tirole (1996) sobre las alternativas para el salvamento de entidades con problemas.

concretamente forma en la que se distribuye el tamaño S_s (que permanece constante) entre las unidades que componen el sistema (S_1 y S_2).

Lo que analizamos en este apartado son los efectos de la variación de tamaño relativo de las unidades que componen un sistema sobre las tres dimensiones con las que definimos la estabilidad financiera (pérdida absoluta, concentración y probabilidad de fracaso)¹⁰⁷, en términos reales (no potenciales¹⁰⁸).

Por ello, aplicando el modelo propuesto, suponemos que existe un sistema definido de forma consolidada como $C_c = f(S_s, Su_s, Sd_s, K_s, i_{rf})$. Este está compuesto por dos unidades financiadas: la unidad 1 definida como $C_1 = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_1, i_{rf})$ y la unidad 2 definida como $C_2 = f(S_2, Su_2, Sd_2, K_2, i_{rf})$. Como el modelo exige, se cumple que $S_s = S_1 + S_2$, que $Su_s = Su_1 + Su_2$, que $Sd_s = Sd_1 + Sd_2$ y que $K_s = K_1 + K_2$.

Suponemos que la variación en el tamaño de una de las unidades se realiza a costa de la otra. Cuando varía el tamaño del activo (S_n) de una de las unidades suponemos que no sólo varía el tamaño de S ; suponemos que también varían los otros componentes (Su_n , Sd_n y K_n), ya que no tendría mucho sentido económico adquirir un activo por un valor mayor que cero, en el que se espera obtener en el futuro, un flujo de caja cero en caso de éxito y cero en caso de fracaso. Importa indicar que también suponemos que se transfiere la misma proporción de la financiación (K_n) que recibía la unidad cuyo tamaño decrece.

Por ello, suponemos que una de las unidades arranca (bien sea por compra, bien sea por ganancia de cuota en el mercado) a la otra unidad un activo cuyo comportamiento es el de un activo medio de los poseídos por la unidad que lo pierde, por lo que llamaremos “p” a la proporción de S_n , Su_n , Sd_n y K_n que se transfiere.

Utilizaremos el superíndice (') para referirnos a las magnitudes del sistema en el instante posterior a la variación de tamaño. Si llamamos “p” a la proporción del activo de la unidad 2 que adquiere la unidad 1, las nuevas magnitudes de cada una de las unidades serán:

¹⁰⁷ Debe diferenciarse esta cuestión de la discusión de los efectos, sobre la estabilidad financiera potencial de un sistema, originados por las variaciones en el valor de los activos del mismo. Esto ya ha sido tratado al referirnos al análisis de los efectos de la variación de cada una de las variables independientes del modelo (S , Su , Sd , K y i_r) sobre cada una de las dimensiones de la estabilidad financiera (pérdida absoluta, pérdida relativa y probabilidad de fracaso).

¹⁰⁸ No calculamos el peso de los casos sino la variación real de la pérdida absoluta, la concentración y la probabilidad de fracaso.

- Unidad 1: $C'_1 = f(S'_1, Su'_1, Sd'_1, K'_1, i_{rf}) = f(S_1 + S_2p, Su_1 + Su_2p, Sd_1 + Sd_2p, K_1 + K_2p, i_{rf})$.

- Unidad 2: $C'_2 = f(S'_2, Su'_2, Sd'_2, K'_2, i_{rf}) = f(S_2(1 - p), Su_2(1 - p), Sd_2(1 - p), K_2(1 - p), i_{rf})$.

Importa recordar que el tamaño total del sistema no varía y que $C'_{con} = f(S'_S, Su'_S, Sd'_S, K'_S, i_{rf}) = C_{con} = f(S_S, Su_S, Sd_S, K_S, i_{rf})$.

Pasamos a analizar los efectos de esta transformación interna en el tamaño de las unidades que componen el sistema sobre la estabilidad financiera, en sus tres dimensiones: pérdida absoluta, pérdida relativa y probabilidad de fracaso.

IX.2.1.- EFECTOS DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA SOBRE LA DIMENSIÓN “PÉRDIDA ABSOLUTA” DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA.

Para analizar el efecto de la variación de tamaño de las unidades del sistema sin que varíe el tamaño total del sistema, suponemos que la unidad 1 crece a costa de la unidad 2. Suponemos que, antes del crecimiento, $S_1 > S_2$ para que se produzca una mayor divergencia del tamaño de las unidades, tras el crecimiento de S_1 .

Dado que la pérdida absoluta de los bonistas del sistema se define como $P_s = \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - B_s = \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s + C_s$, la pérdida absoluta antes de la variación de tamaño puede definirse como $P_s = \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s + \Delta_1 \left(S_1 - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) + \Delta_2 \left(S_2 - \frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} \right)$.

Por su parte, la pérdida absoluta después de la variación de tamaño puede definirse como¹⁰⁹ $P'_s = \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s + \Delta'_1 \left(S'_1 - \frac{Sd'_1}{(1+i_{rf})} \right) + \Delta_2 \left(S'_2 - \frac{Sd'_2}{(1+i_{rf})} \right)$, donde $\Delta'_1 = \frac{(Su_1 + Su_2p) - (K_1 + K_2p)}{(Su_1 + Su_2p) - (Sd_1 + Sd_2p)}$.

La diferencia entre la pérdida absoluta antes y después de la variación de tamaño de las unidades será $P'_s - P_s = \left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s + C'_1 + C'_2 \right) - \left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s + C_1 + C_2 \right) = C'_1 + C'_2 - C_1 - C_2 = C'_1 - C_1 - C_2p$.

Se producirá un incremento de la inestabilidad financiera si $P'_s < P_s$ (recuérdese que, en la mayor parte de los casos, las pérdidas tienen signo negativo). Por lo tanto, dado que Sd_s y S_s permanecen constantes, podemos escribir que $C'_1 + C'_2 - C_1 - C_2 < 0$. Así, si $C'_1 + C'_2 < C_1 + C_2$ se incrementará la inestabilidad en su

¹⁰⁹ Debe tenerse en cuenta que Sd_s , S_s y Δ_2 no varían, porque las magnitudes agregadas del sistema no varían para el caso de las dos primeras y porque delta tras la variación de tamaño permanece constante al multiplicarse tanto numerador, como denominador por $(1-p)$.

dimensión pérdida absoluta. Si se quiere puede escribirse que $C_1' - C_1 < C_2 p$, por lo que $\frac{C_1' - C_1}{C_2} < p$. También puede escribirse que $C_1' - C_1 < \frac{C_2}{S_2} S_2 p$, por lo que $C_1' - C_1 < \frac{C_2}{S_2} (S_2 - S_2')$.

A la vista de lo anterior, podemos indicar que, ante una operación corporativa, aumentará la inestabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) si el incremento de capital de la absorbente es menor que el producto del activo cedido por el apalancamiento de la sociedad cedente.

Como, $(S_2 - S_2') = (S_1' - S_1)$, podemos decir que:

$$\frac{C_1' - C_1}{S_1' - S_1} < \frac{C_2}{S_2}$$

Ante una operación corporativa, aumentará la inestabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) cuando el apalancamiento marginal obtenido por la absorbente sea mayor que el apalancamiento original de la absorbida.

Todas las magnitudes anteriores son observables, por lo que ante una operación corporativa podría evaluarse sus efectos sobre la inestabilidad generada por la concentración de riesgos conociendo la variación del capital de la adquirente, el apalancamiento de la cedente y la parte de activo cedida.

A la vista de lo anterior podemos indicar que el incremento de tamaño de una de las unidades del sistema generará más inestabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) si la suma de recursos propios del sistema se reduce como consecuencia de la ganancia de tamaño.

Pero podemos profundizar más en las causas que explican la evolución de la estabilidad financiera (pérdida absoluta) ante una variación interna en el tamaño de las unidades, considerando de forma explícita la variable "p" en la fórmula. Así, $C_1' + C_2' = \Delta_1' \left(S_1' - \frac{Sd_1'}{(1+i_{rf})} \right) + \Delta_2 \left(S_2' - \frac{Sd_2'}{(1+i_{rf})} \right) = \Delta_1' \left(S_1 + S_2 p - \frac{Sd_1 + Sd_2 p}{(1+i_{rf})} \right) + \Delta_2 \left(S_2 (1-p) - \frac{Sd_2 (1-p)}{(1+i_{rf})} \right) = \Delta_1' \left(S_1 - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) + (\Delta_1' p + \Delta_2 (1-p)) \left(S_2 - \frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} \right)$. Dado que $\left(S_n - \frac{Sd_n}{(1+i_{rf})} \right) = \frac{C_n}{\Delta_n}$, entonces $C_1' + C_2' = \Delta_1' \frac{C_1}{\Delta_1} + (\Delta_1' p + \Delta_2 (1-p)) \frac{C_2}{\Delta_2} = \frac{\Delta_1'}{\Delta_1} C_1 + C_2 + \frac{\Delta_1'}{\Delta_2} C_2 p - C_2 p$.

Así, $C_1' + C_2' - C_1 - C_2 = \frac{\Delta_1'}{\Delta_1} C_1 + C_2 + \frac{\Delta_1'}{\Delta_2} C_2 p - C_2 p - C_1 - C_2 = \left(\frac{\Delta_1'}{\Delta_1} - 1 \right) C_1 + \left(\frac{\Delta_1'}{\Delta_2} - 1 \right) C_2 p$

$$P'_s - P_s = \left(\frac{\Delta'_1}{\Delta_1} - 1 \right) C_1 + \left(\frac{\Delta'_1}{\Delta_2} - 1 \right) C_2 p$$

La variación en la estabilidad financiera (en su dimensión de pérdida absoluta) generada como consecuencia de la variación de tamaño relativo de las unidades que componen un sistema viene determinada por la variación de la eficiencia de las unidades del sistema, por la propia variación de tamaño y por el tamaño del capital de las unidades antes de la ampliación¹¹⁰.

Como conclusión, podemos indicar que el tamaño relativo de las unidades que componen un sistema financiero, no condiciona por sí mismo la mayor o menor estabilidad financiera del mismo en su dimensión de pérdida absoluta¹¹¹.

Veamos un ejemplo. Sea un sistema compuesto por las unidades. La unidad 1 se describe como C_1 (60 ; 65 ; 55 ; 60 ; 3%) = 3,30 y la unidad 2 se describe como C_2 (40 ; 45 ; 25 ; 30 ; 3%) = 11,80 siendo la unidad consolidada $C_{con} = f(100 ; 110 ; 80 ; 90 ; 3\%) = 14,89$. Los valores de los bonos del sistema serán $B_1 = 60 - 3,30 = 56,70$ y $B_2 = 40 - 11,80 = 28,20$, siendo la suma de los bonos del sistema $B_s = 84,90$. La pérdida, caso de fracaso, que pueden sufrir los bonistas será para la unidad 1 $P_1 = -1,70$, para la unidad 2 $P_2 = -3,20$ y, para el conjunto del sistema, $P_s = -4,90$.

Supongamos que la unidad 1 toma control del 20% del activo de la unidad 2, es decir que $p = 20\%$. En tal caso, la unidad 1 se describe como $C'_1 = f(68 ; 74 ; 60 ; 66 ; 3\%) = 5,57$ y la unidad 2 se describe como $C'_2 = f(32 ; 36 ; 20 ; 24 ; 3\%) = 9,44$, permaneciendo la unidad consolidada sin cambios. Los valores de los bonos del sistema serán $B'_1 = 62,43$ y $B'_2 = 22,56$. Las pérdidas de los bonistas serán $P'_1 = -2,43$ y $P'_2 = -2,56$, siendo $P'_s = -4,99$.

Así, variación de la pérdida de los bonistas del sistema, caso de fracaso será, $P'_s - P_s = (-4,99) - (-4,90) = -0,09$. Esto supone un incremento de la inestabilidad financiera.

¹¹⁰ La fórmula anterior también puede representarse como $P'_s - P_s = \Delta'_1 \left(S_1 - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) - C_1 + \left(\Delta'_1 \left(S_2 - \frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} \right) - C_2 \right) p$ e interpretarse como la variación del valor del capital suma del sistema como consecuencia de simular que ambas unidades tienen la nueva eficiencia de la unidad que crece (Δ'_1) y que el tamaño de una unidad que decrece (unidad 2) es p .

¹¹¹ Importa recordar que "p" también se encuentra implícito en Δ'_1 , ya que $\Delta'_1 = \frac{(Su_1 + Su_2 p) - (K_1 + K_2 p)}{(Su_1 + Su_2 p) - (Sd_1 + Sd_2 p)}$

Si, en este ejemplo, cambiamos el valor de $Sd_1 = 59$, para el mismo tamaño de las unidades del sistema, entonces $P'_s - P_s = +0,20$. Esto supone un incremento de la estabilidad financiera.

También mediante este ejemplo, se concluye que la ganancia de tamaño de las entidades más grandes de un sistema no supone necesariamente un incremento de la inestabilidad financiera del mismo, en su dimensión de pérdida absoluta.

IX.2.2.- EFECTOS DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA SOBRE LA CONCENTRACIÓN (PÉRDIDA RELATIVA).

En este apartado, tratamos la influencia de la variación del tamaño relativo de las unidades de un sistema sobre la concentración de pérdidas entre los bonistas del sistema. No hemos hallado literatura sobre esta cuestión, dado que no hemos encontrado ningún autor que se refiera al concepto de concentración transmitida.

En otras partes de este trabajo, hemos medido la concentración de pérdidas entre unidades mediante el Índice Individual de Concentración (IIC), que definíamos cómo las unidades monetarias de diferencia entre la pérdida real que sufre una unidad del sistema y las que sufriría si las pérdidas se distribuyeran proporcionalmente al volumen que el valor inicial del bono de cada unidad representa en la suma de los valores iniciales de todos los bonos del sistema. También hemos visto que puede expresarse matemáticamente como:

$$IIC = Sd_1 - Sd_s * \frac{B_1}{B_s} = \frac{Sd_1 B_2 - Sd_2 B_1}{B_1 + B_2}$$

Por su parte, el valor del IIC después de que la unidad 1 crezca a costa de la unidad 2 se definiría cómo¹¹² $IIC' = Sd_1 + Sd_2 p - Sd_s * \frac{B'_1}{B'_s}$.

Por ello, la diferencia entre ambas magnitudes será:

$$IIC' - IIC = Sd_1 + Sd_2 p - Sd_s * \frac{B'_1}{B'_s} - Sd_1 + Sd_s * \frac{B_1}{B_s}$$

$$IIC' - IIC = Sd_2 p - Sd_s \left(\frac{B'_1}{B'_s} - \frac{B_1}{B_s} \right)$$

¹¹² Recuérdese que $Sd'_1 = Sd_1 + Sd_2 p$; también que utilizamos la notación (') para referirnos a las magnitudes en el instante posterior a la operación de crecimiento.

Si queremos conocer aquellos casos en los que la inestabilidad financiera aumenta (en su dimensión de pérdida relativa) tendremos que analizar los casos en los que $IIC' - IIC > 0$. Podemos escribir que $Sd_{2p} - Sd_s \left(\frac{B'_1}{B'_s} - \frac{B_1}{B_s} \right) > 0$ y, por lo tanto¹¹³:

$$\left(\frac{Sd'_1}{Sd'_s} - \frac{Sd_1}{Sd_s} \right) > \left(\frac{B'_1}{B'_s} - \frac{B_1}{B_s} \right)$$

Por ello, podemos concluir que una mayor concentración de tamaño relativo en una de las unidades del sistema producirá un incremento de la inestabilidad financiera, en su dimensión de pérdida relativa, cuando la variación del porcentaje de valor del activo, caso de fracaso (Sd), que soporta la unidad que crece (unidad 1) respecto del valor total del activo del sistema, caso de fracaso, es mayor que la variación del porcentaje que los bonos de la unidad que crece (unidad 1) supone en el total del sistema.

Veamos un ejemplo en el que $IIC' - IIC < 0$. Sea un sistema compuesto por las unidades. La unidad 1 se describe como C_1 (60 ; 65 ; 55 ; 60 ; 3%) = 3,30 y la unidad 2 se describe como C_2 (40 ; 45 ; 25 ; 30 ; 3%) = 11,80 siendo la unidad consolidada $C_{con}=f(100 ; 110 ; 80 ; 90 ; 3%) = 14,89$. En tal caso, $IIC = Sd_1 - Sd_s * \frac{B_1}{B_s} = 1,58$.

Supongamos que la unidad 1 toma el 20% del activo de la unidad 2, es decir que $p=20\%$. En tal caso, la unidad 1 se describe como C'_1 (68 ; 74 ; 60 ; 66 ; 3%) = 5,57 y la unidad 2 se describe como C'_2 (32 ; 36 ; 20 ; 24 ; 3%) = 9,44, permaneciendo la unidad consolidada sin cambios. En tal caso, $IIC' = Sd_1 - Sd_s * \frac{B_1}{B_s} = 1,24$.

Así, variación de la concentración del sistema, caso de fracaso será, $IIC' - IIC = -0,34$. Esto supone un incremento de la estabilidad financiera.

Veamos un ejemplo en el que $IIC' - IIC < 0$. Sea un sistema compuesto por las unidades. La unidad 1 se describe como C_1 (74 ; 90 ; 14 ; 41 ; 5%) = 39,11 y la unidad 2 se describe como C_2 (26 ; 160 ; 16 ; 159 ; 5%) = 0,07 siendo la unidad consolidada $C_{con}=f(100 ; 250 ; 30 ; 200 ; 5%) = 16,23$. En tal caso, $IIC = Sd_1 - Sd_s * \frac{B_1}{B_s} = 3,21$.

Supongamos que la unidad 1 toma el 10% del activo de la unidad 2, es decir que $p=10\%$. En tal caso, la unidad 1 se describe como C'_1 (76,6 ; 106,0 ; 15,6 ; 56,9 ; 5%) = 33,53 y la unidad 2 se describe como C'_2 (23,4 ; 144,0 ; 14,4 ; 143,1 ; 5%) =

¹¹³ Téngase en cuenta que $Sd'_1 = Sd_1 + Sd_{2p}$ y que $Sd'_s = Sd_s$, por lo que $\frac{Sd_{2p}}{Sd_s} = \frac{Sd_{2p} - Sd_1 + Sd_1}{Sd_s}$

$\frac{Sd'_1}{Sd'_s} - \frac{Sd_1}{Sd_s}$

0,07, permaneciendo la unidad consolidada sin cambios. En tal caso, $IIC' = Sd_1 - Sd_s * \frac{B_1}{B_s} = 3,86$.

Así, variación de la concentración del sistema, caso de fracaso será, $IIC' - IIC = +0,65$. Esto supone un incremento de la estabilidad financiera.

Podemos concluir que el incremento de tamaño de la unidad más grande de un sistema a costa del resto del sistema no supone necesariamente un incremento de la inestabilidad financiera del sistema en su dimensión de pérdida relativa (o concentración).

IX.2.3.- EFECTOS DEL TAMAÑO RELATIVO DE LAS UNIDADES QUE COMPONEN UN SISTEMA SOBRE LA PROBABILIDAD DE FRACASO.

Existe una relación matemática simple entre la probabilidad consolidada y la probabilidad de las unidades que lo forman. La probabilidad consolidada es la suma de cada una de las probabilidades de éxito de las unidades que la componen ponderadas por la participación de cada unidad en la diferencia $S_u - S_d$ del sistema.

$$\alpha_c = \alpha_1 \left(\frac{S_{u1} - S_{d1}}{S_{us} - S_{ds}} \right) + \alpha_2 \left(\frac{S_{u2} - S_{d2}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \left(\frac{S_1(1+i_{rf}) - S_{d1}}{S_{u1} - S_{d1}} \right) \left(\frac{S_{u1} - S_{d1}}{S_{us} - S_{ds}} \right) + \left(\frac{S_2(1+i_{rf}) - S_{d2}}{S_{u2} - S_{d2}} \right) \left(\frac{S_{u2} - S_{d2}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \left(\frac{S_1(1+i_{rf}) - S_{d1}}{S_{us} - S_{ds}} \right) + \left(\frac{S_2(1+i_{rf}) - S_{d2}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - S_{ds}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \alpha_c$$

Puede demostrarse que no varía la probabilidad consolidada tras el incremento de tamaño de la unidad con mayor activo.

$$\alpha'_c = \alpha'_1 \left(\frac{S'_{u1} - S'_{d1}}{S'_{us} - S'_{ds}} \right) + \alpha_2 \left(\frac{S_{u2} - S_{d2}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \left(\frac{(S_1 + S_2 p)(1+i_{rf}) - S_{d1} - S_{d2} p}{S_{u1} + S_{u2} p - S_{d1} - S_{d2} p} \right) \left(\frac{S_{u1} + S_{u2} p - S_{d1} - S_{d2} p}{S'_{us} - S'_{ds}} \right) + \left(\frac{S_2(1+i_{rf}) - S_{d2}}{S_{u2} - S_{d2}} \right) \left(\frac{S_{u2} - S_{d2}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \left(\frac{S_1(1+i_{rf}) - S_{d1}}{S_{us} - S_{ds}} \right) + \left(\frac{S_2(1+i_{rf}) - S_{d2}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - S_{ds}}{S_{us} - S_{ds}} \right) = \alpha_c$$

Dado que $\alpha'_c = \alpha_c$ y que la probabilidad de éxito consolidado es el indicador elegido para representar la probabilidad como dimensión de la estabilidad financiera de un sistema, podemos concluir que la estabilidad financiera en su dimensión de probabilidad de fracaso, no se ve afectada por el incremento de volumen de activo de la mayor de las unidades que componen el sistema.

No obstante, el objetivo de este apartado no era centrarnos en la estabilidad potencial, sino en la estabilidad real de las unidades que componen el sistema financiero. Por ello, nos interesa conocer si la probabilidad de fracaso de la unidad absorbente crece o decrece tras la absorción. Por ello, podemos formular el

problema como el análisis de la condición que debe cumplirse para que la probabilidad de fracaso de la absorbente sea mayor después de la absorción, que como lo era antes. Podemos definir esta condición como $1 - \alpha'_1 > 1 - \alpha_1$.

Mediante un poco de álgebra podemos llegar a una conclusión, del siguiente modo:

$$\frac{Su_1 + Su_2p - S_1r - S_2p r}{Su_1 + Su_2p - Sd_1 - Sd_2p} > \frac{Su_1 - S_1r}{Su_1 - Sd_1}$$

$$\frac{Su_1 - S_1r + Su_2p - S_2p r}{Su_1 - Sd_1 + Su_2p - Sd_2p} > \frac{Su_1 - S_1r}{Su_1 - Sd_1}$$

$$1 + \frac{Su_2p - S_2p r}{Su_1 - S_1r} > 1 + \frac{Su_2p - Sd_2p}{Su_1 - Sd_1}$$

$$\frac{Su_2p - S_2p r}{Su_2p - Sd_2p} > \frac{Su_1 - S_1r}{Su_1 - Sd_1}$$

$$\frac{Su_2 - S_2r}{Su_2 - Sd_2} > \frac{Su_1 - S_1r}{Su_1 - Sd_1}$$

$$1 - \alpha_2 > 1 - \alpha_1$$

Por ello, podemos indicar que la probabilidad de fracaso (éxito) de la absorbente aumentará (disminuirá) cuando la probabilidad de fracaso (éxito) de la absorbida sea mayor (menor) que la absorbente. La probabilidad de fracaso de la absorbida no varía.

Es decir, los procesos de concentración tienden a acercar la probabilidad de fracaso de la absorbente a la probabilidad de fracaso de la absorbida, mientras que la probabilidad de fracaso de la absorbida tenderá a mantenerse constante.

Podemos concluir que un proceso de concentración de volumen de las entidades de un sistema puede mejorar o empeorar la estabilidad financiera de las unidades del sistema.

IX.2.4.- CONCLUSIÓN DEL APARTADO.

El análisis teórico realizado, aplicando el modelo que proponemos en este trabajo, nos lleva a concluir que la inestabilidad financiera potencial de un sistema no varía por estar compuesto por entidades más grandes (más concentradas).

Respecto a la estabilidad financiera real, nuestro modelo indica que el incremento en la diferencia de tamaño de las unidades de un sistema no supone

necesariamente que un sistema se vuelva más inestable. Por tanto, un sistema compuesto por unidades más grandes no necesariamente es un sistema más inestable.

Hemos llegado a esta conclusión tras analizar cada una de la tres dimensiones de la estabilidad financiera, con los siguientes resultados.

Primero, el incremento en la dimensión pérdida absoluta de la inestabilidad financiera se producirá si el incremento en la diferencia de tamaño entre las unidades del sistema genera un incremento del apalancamiento marginal de la unidad absorbente mayor que el apalancamiento inicial de la entidad absorbida.

Otra manera de formular este efecto es indicar que la mayor o menor inestabilidad financiera en términos de pérdida absoluta viene determinada por la variación de la eficiencia de las unidades del sistema, por la propia variación de tamaño y por el tamaño del capital de las unidades antes de la ampliación

Segundo, el incremento en la dimensión concentración de la inestabilidad financiera se producirá cuando la variación del porcentaje de valor del activo, caso de fracaso (S_d), que soporta la unidad que crece (unidad 1) respecto del valor total del activo del sistema, caso de fracaso, es mayor que la variación del porcentaje que los bonos de la unidad que crece (unidad 1) supone en el total del sistema.

Tercero. Por último, respecto de la probabilidad de fracaso (tercera dimensión de la estabilidad financiera) los procesos de concentración tienden a acercar la probabilidad de fracaso de la absorbente a la probabilidad de fracaso de la absorbida, mientras que la probabilidad de fracaso de la absorbida tenderá a mantenerse constante.

Esto nos lleva a cuestionar la teoría relativa al “Too-big-to-fail”. El tamaño por sí sólo no es el elemento determinante para la estabilidad financiera. Existen otros factores de las entidades que forman el sistema que resultan determinantes, como son el apalancamiento o la eficiencia.

Desde nuestro punto de vista, la situación que se produce cuando existe una única entidad demasiado grande para dejarla caer no es muy diferente de la que concurre cuando existen varias entidades de menor tamaño, pero cuya suma de pérdidas, es demasiado grande para dejarlas caer; podríamos llamar a este caso “too-many-to fail”.

En tales casos, puede producirse que la reacción del supervisor tienda a no dejar caer al conjunto de entidades que se encuentran en problemas, por el riesgo sistémico que ello conlleva. El modo de reacción del supervisor no tendría tanto

que ver con el tamaño individual de las entidades implicadas, como por la suma total de pérdidas para el sistema que la o las entidades con problemas representan.

IX.3.- APLICACIÓN DEL MODELO PROPUESTO (III): ACELERACIÓN FINANCIERA; EFECTOS EN EL CRÉDITO DE LA VARIACIÓN EN EL PRECIO DE LOS ACTIVOS (CREDIT CRUNCH).

¿Es posible que una caída en el precio de las garantías del 10% produzca una caída en el valor de los créditos soportados por tales garantías del 30%?. En este apartado, vamos a analizar los efectos sobre la oferta de crédito, producidos por la caída en el precio de los activos.

La relación entre el precio de los activos y el crédito no es un tema nuevo. Autores clásicos como Fisher, Minsky o Kindleberger describieron la relación entre los precios de los activos y el crédito; ya nos hemos referido a ellos en otras partes de este trabajo.

Más tarde surgió en la literatura una línea sobre la amplificación de los shocks. Importa especialmente hacer referencia a los ya citados trabajos de Bernanke y de Kiyotaki. Por una parte, Bernanke y Gertler (1989) y Bernanke, Gertler y Gilchrist (1996) desarrollaron el concepto de acelerador financiero. Muestran cómo las condiciones del mercado del crédito pueden amplificar y propagar los shocks. La asimetría informativa lleva al problema de la agencia entre prestamistas y prestatarios. Un shock negativo en la riqueza de los prestatarios es amplificado por la naturaleza principal-agente de la relación entre prestamistas y prestatarios. Otro estudio influyente es el de Kiyotaki y Moore (1997) que muestra que los pequeños shocks pueden producir grandes efectos por causa de los colaterales. Un shock que baja los precios de los activos, baja el valor de los colaterales. Se produce una espiral en la que los precios de los activos bajan, se pide menos prestado y los precios de los activos vuelven a bajar. Una interrupción en la provisión de liquidez puede ser el shock que inicialmente baje los precios de los activos y genere este problema.

IX.3.1.- APLICACIÓN DEL MODELO.

En otras partes de este trabajo, hemos analizado los efectos de la variación en el precio de los activos (S) sobre las tres dimensiones básicas de la estabilidad financiera (pérdida absoluta, concentración de la pérdida y probabilidad de fracaso). Pero no hemos analizado los efectos de la variación porcentual del precio de los activos sobre la variación porcentual en el precio de los recursos ajenos. A esta cuestión vamos a dedicarnos en este apartado.

Dado que en nuestro modelo se cumple que $S=C+B$, cualquier variación en el precio de los activos va a producir, en mayor o menor medida, una variación en el precio de los pasivos. Los casos que más deben preocuparnos desde el punto de vista de la estabilidad financiera serían aquellos en los que el precio de los bonos

registre una variación porcentual superior a la variación porcentual sufrida por el precio de los activos. Por ejemplo, si una caída en el precio de los activos de un 10% puede provocar una caída en el precio de los bonos del 30%. El problema puede formularse matemáticamente cómo el análisis de las situaciones en las que se cumple que

$$Acelerador = \frac{\frac{B'}{B} - 1}{\frac{S'}{S} - 1} > 1$$

Siendo S' el precio del activo tras una bajada en el precio de los mismos y B' el valor de los recursos ajenos tras la bajada del precio de los activos. Por su parte, S sería el valor inicial de los activos y B el valor inicial de los bonos. Llamaremos a este coeficiente "Acelerador".

Cuando tenemos una unidad financiada aislada, una variación porcentual dada en el valor del precio de los activos nunca va a producir una variación porcentual en el precio de los bonos (recursos ajenos) superior la variación en el valor porcentual de los activos.

La demostración de esta afirmación es la siguiente. Dado que $\frac{\frac{B'}{B} - 1}{\frac{S'}{S} - 1} > 1$, deberá

cumplirse que $\left(\frac{B'}{B} - 1 > \frac{S'}{S} - 1\right) \Leftrightarrow (S' > S)$. Dado que $B = S - C$, entonces

$\frac{S' - C'}{S - C} > \frac{S'}{S} \Leftrightarrow S' > S$, por lo que $S'S - SC' > S'S - S'C \Leftrightarrow S' > S$, de donde llegamos

a que $-SC' > -S'C \Leftrightarrow S' > S$. Dado que $C = \Delta \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right)$, entonces $-S\Delta \left(S' - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right) > -S'\Delta \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right) \Leftrightarrow S' > S$ de donde llegamos al absurdo de que

$S' < S \Leftrightarrow S' > S$, lo que demuestra que nunca se cumplirá la desigualdad $\frac{\frac{B'}{B} - 1}{\frac{S'}{S} - 1} > 1$.

Por tanto, no habrá aceleración en una unidad aislada que realice una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros.

Sin embargo, cuando tenemos un sistema integrado por más de una unidad, sí resulta posible que se produzca este fenómeno de aceleración de la caída, de forma que la variación porcentual de la caída del valor de los bonos sea superior a la caída en el valor porcentual sufrida por los activos del sistema.

$$Acelerador \text{ por Diversidad} = \frac{\frac{B'_S - B_S}{B_S}}{\frac{S'_S - S_S}{S_S}} = \frac{B'_S - B_S}{S'_S - S_S} \frac{S_S}{B_S} .$$

Dado que $B = S - \Delta \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right)$ entonces el acelerador por diversidad vendrá definido se la siguiente forma.

$$\begin{aligned} \text{Acelerador} \\ \text{por Diversidad} &= \\ \frac{S_S}{B_S} \frac{\left[S'_1 - \Delta_1 \left(S'_1 - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})} \right) \right] + \left[S'_2 - \Delta_2 \left(S'_2 - \frac{S_{d2}}{(1+i_{rf})} \right) \right] - \left[S_1 - \Delta_1 \left(S_1 - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})} \right) \right] - \left[S_2 - \Delta_2 \left(S_2 - \frac{S_{d2}}{(1+i_{rf})} \right) \right]}{S'_S - S_S} &= \\ \frac{S_S}{B_S} \frac{S'_S - S_S - \Delta_1 (S_1 - S'_1) - \Delta_2 (S_2 - S'_2)}{S'_S - S_S} &= \frac{S_S}{B_S} \left[1 - \Delta_1 \frac{(S_1 - S'_1)}{S'_S - S_S} - \Delta_2 \frac{(S_2 - S'_2)}{S'_S - S_S} \right]. \end{aligned}$$

Si analizamos la ecuación¹¹⁴ anterior, $\frac{S_S}{B_S}$ es el apalancamiento inverso, Δ_n es la eficiencia financiera (delta) de la unidad "n" y $\frac{S_n - S'_n}{S'_S - S_S}$ es la participación porcentual de la unidad "n" en la variación del precio de los activos del sistema. Por lo que podemos escribir:

$$\boxed{\text{Acelerador por Diversidad} = \frac{S_S}{B_S} \left[1 - \Delta_1 \frac{S_1 - S'_1}{S'_S - S_S} - \Delta_2 \frac{S_2 - S'_2}{S'_S - S_S} \right]}$$

$$\boxed{\text{Acelerador por Diversidad} = \left(\begin{array}{c} \text{Inversa} \\ \text{del Apalan} \\ \text{camiento} \end{array} \right) \left[1 - \left(\begin{array}{c} \text{Eficiencia} \\ \text{Financiera} \\ \text{Unidad 1} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{Participación \% de} \\ \text{unidad 1 en el incr.} \\ \text{precio del sistema} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Eficiencia} \\ \text{Financiera} \\ \text{Unidad 2} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{Participación \% de} \\ \text{unidad 2 en el incr.} \\ \text{precio del sistema} \end{array} \right) \right]}$$

Debe tenerse en cuenta que en el análisis anterior sólo hemos considerado una variación en S y que Su, Sd, K e i_{rf} se han mantenido constantes. Es decir, estamos suponiendo que pese a que varía el precio actual del activo, no se producen variaciones en los valores futuros del activo, ni para el caso de éxito, ni para el caso de fracaso. Se trata, por tanto, de un supuesto en el que las variaciones en el precio del activo se justifican por una variación de las probabilidades de éxito (y fracaso)¹¹⁵.

Se trata de un fenómeno especialmente interesante porque está conectado con las circunstancias que se producen cuando se genera una burbuja en el precio de los activos. Cabría estudiarse el fenómeno de que la variación del precio de los activos se produzca por una variación en el precio de Su, Sd o i_{rf} , manteniéndose constante la probabilidad de éxito. Dejamos estos supuestos como línea de investigación futura.

¹¹⁴ Recuérdese que $\Delta_1 = \Delta'_1 = \frac{Su_1 - K_1}{Su_1 - S_{d1}}$

¹¹⁵ Recuérdese que $S = \frac{\alpha Su}{(1+i_{rf})} + \frac{(1-\alpha)Sd}{(1+i_{rf})}$ y que la probabilidad de éxito (del activo, del capital y de

los bonos) es $\alpha = \frac{S(1+i_{rf}) - Sd}{Su - Sd}$

Los valores que puede adoptar el Acelerador por Diversidad oscilarán entre $\left[-\frac{S_S}{B_S}; \frac{S_S}{B_S}\right]$, ya que $\Delta_n \in [0; 1]$ y $\frac{(S_n - S'_n)}{S'_S - S_S} \in [0; 1]$, sin que exista correlación alguna entre Δ_n y $\frac{(S_n - S'_n)}{S'_S - S_S}$. Así podemos escribir que *Acelerador por Diversidad* $\in \left[-\frac{S_S}{B_S}; \frac{S_S}{B_S}\right]$.

También resulta especialmente interesante la interpretación de la ecuación que define el Acelerador por Diversidad, por cuanto que se pueden concluir señalando dos fenómenos relevantes que pueden ser contrarios a lo que la intuición nos dicta:

- Se produce la paradoja de que cuanto mayor es el apalancamiento financiero de un sistema, menor es el efecto de aceleración sobre el precio de los pasivos generado como consecuencia de la variación en el precio de los activos y viceversa.
- La aceleración será mayor cuanto más se concentre el decrecimiento en los precios de las unidades más eficientes financieramente.

Veamos un ejemplo. Sea un sistema formado por dos unidades. La unidad 1 se describe como $C_1 (20 ; 37,6 ; 10 ; 37,6 ; 3\%) = 0$ y la unidad 2 se describe como $C_2 (80 ; 82,4 ; 0 ; 12,4 ; 3\%) = 67,96$ siendo la unidad consolidada $C_{con} (100 ; 120 ; 0 ; 50 ; 3\%) = 57,46$. Los valores de los bonos del sistema serán $B_1 = 20 - 0 = 20$, $B_2 = 80 - 67,96 = 12,04$, siendo $B_c = 100 - 57,46 = 42,54$ y la suma de los bonos del sistema $B_s = 32,04$.

Supongamos que se produce una caída en el precio de los activos de un 2% concentrada en la unidad 1 (en la unidad 2 se mantienen los precios de sus activos). Los nuevos valores del sistema serán los siguientes (subrayamos las cifras que soportan cambios): ahora, la unidad 1 se describe como $C'_1 (\underline{18} ; 37,6 ; 10 ; 37,6 ; 3\%) = 0$ y la unidad 2 se describe como $C'_2 (80 ; 82,4 ; 0 ; 12,4 ; 3\%) = 67,96$ siendo la unidad consolidada $C'_{con} (\underline{98} ; 120 ; 10 ; 50 ; 3\%) = \underline{56,19}$. Los valores de los bonos del sistema serán $B'_1 = \underline{18} - 0 = \underline{18}$, $B'_2 = 80 - 67,96 = 12,04$, siendo $B'_c = 98 - \underline{56,19} = \underline{41,81}$ y la suma de los bonos del sistema $B'_s = \underline{30,04}$. La variación porcentual en el precio de los activos del sistema será de -2%. La variación porcentual del precio de los bonos del sistema será $(30,04 / 32,04) - 1 = -6,24\%$. Así, en este caso, el coeficiente de aceleración será del 3,12.

Junto con la aceleración por diversidad, propia de las que hemos llamado relaciones verticales cabe plantearnos si es posible una aceleración propia de las relaciones horizontales. Para responder a esta cuestión debemos recordar que la aceleración no puede darse en unidades individuales, con lo que una cadena de unidades no va a ser capaz de producir ningún efecto de aceleración en el sistema.

IX.3.2.- CONCLUSIONES DEL APARTADO.

Llamamos aceleración financiera a una caída porcentual en los pasivos superior a la caída de la caída porcentual en el precio de los activos.

No existe aceleración financiera cuando existe una única unidad que realiza una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros. Pero, sí aparece la aceleración financiera cuando nos encontramos en un sistema formado por varias unidades financieras, por ello le denominamos Acelerador por Diversidad, ya que depende de la heterogeneidad de las unidades que forman un sistema. Puede definirse como:

$$\text{Acelerador por Diversidad} = \frac{S_S}{B_S} \left[1 - \Delta_1 \frac{S_1 - S'_1}{S'_S - S_S} - \Delta_2 \frac{S_2 - S'_2}{S'_S - S_S} \right]$$

Los valores que puede adoptar el Acelerador por Diversidad son oscilarán entre $\left[-\frac{S_S}{B_S}, \frac{S_S}{B_S} \right]$.

Se produce la paradoja de que cuanto mayor es el apalancamiento financiero de un sistema menor es el efecto de aceleración sobre el precio de los pasivos generado como consecuencia de la variación en el precio de los activos y viceversa.

La aceleración será menor cuanto más se concentre el decrecimiento en los precios de las unidades más eficientes financieramente.

IX.4.- APLICACIÓN DEL MODELO PROPUESTO (IV): EFECTO DE LOS MERCADOS INTERBANCARIOS EN LA ESTABILIDAD FINANCIERA.

Los mercados interbancarios juegan un papel fundamental en los sistemas financieros, al redistribuir la liquidez del sistema financiero de los bancos excedentarios hacia los deficitarios, constituyendo un medio para implementar la política monetaria. Por ello, su correcto funcionamiento resulta esencial para mantener la estabilidad financiera.

En este apartado, analizamos el efecto de los mercados interbancarios sobre la estabilidad financiera. Para ello, nos centraremos en analizar el efecto de la financiación interbancaria en la pérdida absoluta, la concentración y la probabilidad de fracaso.

En la literatura existen aportaciones muy interesantes sobre el comportamiento de los mercados interbancarios, como pueden ser los trabajos de Bhattacharya y Gale (1987)¹¹⁶, Rochet y Tirole (1996)¹¹⁷ o de Freixas y Holthausen (2004)¹¹⁸.

También algunos autores han estudiado los mercados interbancarios como canales de contagio de los fenómenos de crisis, como puede verse en Upper y Worms (2001) o Furfine (1999).

No obstante, no se han hallado contribuciones directas sobre los efectos de los mercados interbancarios sobre magnitudes que midan la estabilidad financiera.

¹¹⁶ Bhattacharya y Gale (1987) fueron pioneros en el estudio teórico de esta área. Analizan un sistema en el que los bancos individuales se enfrentan a shocks individuales de liquidez debido a la retirada aleatoria de una proporción de sus depósitos. Cada banco tiene información privada sobre una fracción líquida de su cartera. Como los shocks de liquidez están imperfectamente correlacionados entre los intermediarios, los bancos se coaseguran mutuamente a través del mercado interbancario. Los autores muestran que los bancos son inducidos para infra invertir en activos líquidos y confiar en un pool común de liquidez debido al bajo rendimiento de los activos líquidos.

¹¹⁷ Rochet, J.C. y Tirole, J. (1996) explicaban el comportamiento centralizado o descentralizado de los mercados interbancarios, el papel del banco central, la asimetría informativa, deduciendo conclusiones sobre los sistemas de resolución de crisis bancarias.

¹¹⁸ Freixas, X. y Holthausen, C. (2005) estudia los efectos de la información asimétrica cross-country en la estructura de los mercados financieros interbancarios. Contempla elementos como las garantías de los préstamos interbancarios, el control de unos bancos por otros (peer monitoring introducido por Rochet), la variación de las necesidades de liquidez de los consumidores. Indica que la existencia de una moneda única no garantiza la existencia de un mercado único interbancario de depósitos no asegurados (no repo). Sólo si la información cross-border es suficientemente precisa la integración de los mercados es posible.

IX.4.1.- INTRODUCCIÓN DEL MERCADO INTERBANCARIO EN EL MODELO.

En este apartado vamos utilizar el modelo que proponemos a lo largo de este trabajo para analizar los efectos de la existencia de los mercados interbancarios sobre las tres dimensiones de la estabilidad financiera.

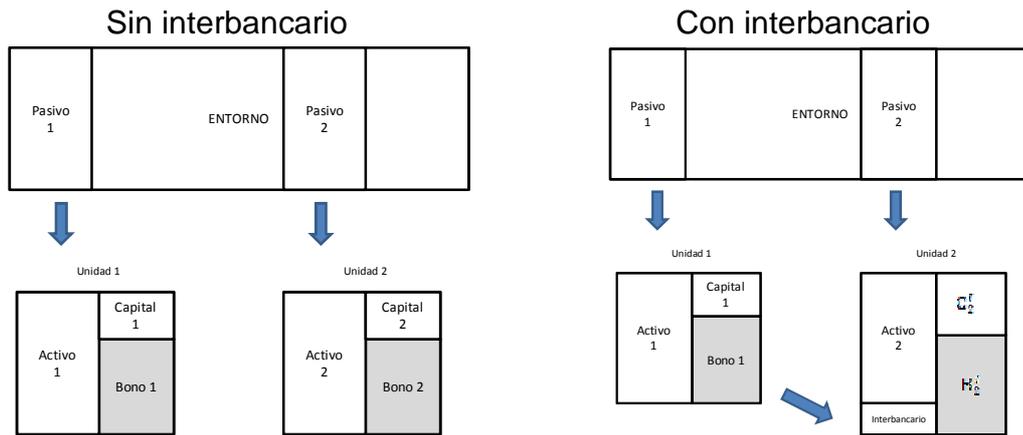
Para ello, suponemos que existe un sistema definido de forma consolidada como $C_{con} = f(S_s, Su_s, Sd_s, K_s, i_{rf})$. Está compuesto por dos unidades financiadas: la unidad 1 definida como $C_1 = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_1, i_{rf})$ y la unidad 2 definida como $C_2 = f(S_2, Su_2, Sd_2, K_2, i_{rf})$. Como el modelo exige, se cumple que $S_s = S_1 + S_2$, que $Su_s = Su_1 + Su_2$, que $Sd_s = Sd_1 + Sd_2$ y que $K_s = K_1 + K_2$; siendo el tipo de interés sin riesgo (i_{rf}) común a las unidades y al sistema.

Suponemos que existe un mercado interbancario, sin garantías reales (no repo) y sin contrapartida central. Se producen transacciones entre la unidad 1 y la unidad 2, de forma que la unidad 2 invierte en recursos ajenos emitidos por la unidad 1 en una proporción P . Así, podemos definir $P = \frac{B_{1(2)}}{B_1}$ (por lo que podemos escribir que $B_1 = S_1 - C_1$), donde B_1 son los bonos emitidos por la unidad 1,. Por su parte, $B_{1(2)}$ es el valor de esos pasivos emitidos por la unidad 1 que son tomados por la unidad 2.

Consecuencia de esta operativa, la unidad 2 realiza una inversión interbancaria I , cuyo valor actual es $P B_1$, cuyo valor futuro, caso de éxito, es $P K_1$ y cuyo valor futuro, caso de fracaso, es $P Sd_1$. Suponemos que los fondos ajenos de terceros captados por la unidad 1 son captados ahora por la unidad 2, por lo que consideramos que el mismo valor de reembolso de fondos captados por terceros por la unidad 1 es ahora captado por la unidad 2 ($P K_1$); de manera que el valor de reembolso de los recursos ajenos captados por el conjunto del sistema (K_s) no varía.

El siguiente gráfico ilustra el modelo de mercado interbancario sobre el que aplicamos el modelo de estabilidad financiera que proponemos en este trabajo.

Gráfico IX.1



Consecuencia de esta inversión interbancaria, una vez realizada la misma, la unidad 2 vendrá definida como $C_2 = f(S_2 + P B_1; S_{u_2} + P K_1; S_{d_2} + P S_{d_1}; K_2 + P K_1; i_{rf})$.

Por tanto, el capital de la unidad 2 después de la inversión en el interbancario (C_2^I), vendrá definido por la siguiente igualdad¹¹⁹:

$$\begin{aligned}
 C_2^I &= \left(\frac{(S_{u_2} + P K_1) - (K_2 + P K_1)}{(S_{u_2} + P K_1) - (S_{d_2} + P S_{d_1})} \right) \left((S_2 + P B_1) - \frac{S_{d_2} + P S_{d_1}}{(1 + i_{rf})} \right) \\
 &= \left(\frac{(S_{u_2} - K_2)}{(S_{u_2} - S_{d_2}) + P(K_1 - S_{d_1})} \right) \left(\frac{(S_2(1 + i_{rf}) - S_{d_2} + P(B_1(1 + i_{rf}) - S_{d_1}))}{(1 + i_{rf})} \right) \\
 &= \left(\frac{(S_{u_2} - K_2)}{(1 + i_{rf})} \right) \left(\frac{(S_2(1 + i_{rf}) - S_{d_2} + P(B_1(1 + i_{rf}) - S_{d_1}))}{(S_{u_2} - S_{d_2}) + P(K_1 - S_{d_1})} \right)
 \end{aligned}$$

La manera de analizar los efectos de la existencia de un mercado interbancario, tal y como lo acabamos de definir, en la estabilidad financiera, consiste en analizar las consecuencias de tal mercado, en cada una de las tres dimensiones de la estabilidad financiera.

IX.4.2.- EFECTO DE LA EXISTENCIA DEL MERCADO INTERBANCARIO EN LA PÉRDIDA ABSOLUTA.

Dado que la pérdida total del sistema es la diferencia entre el valor del activo, caso de fracaso, y el valor del capital suma, para analizar la influencia del interbancario en la pérdida absoluta, basta con analizar el comportamiento del capital de la

¹¹⁹ Sustituimos los valores anteriores en la ecuación que define el valor del capital vista en el

Capítulo III: $C(S, S_u, S_d, K, i_{rf}) = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) x \left(S - \frac{S_d}{(1 + i_{rf})} \right)$

unidad prestamista en el interbancario (en nuestro caso, la unidad 2) consecuencia de la inversión en el interbancario, dado que el capital de la prestataria no varía.

Para ello, vamos a analizar qué condiciones deben cumplirse para que el capital de la unidad prestamista aumente: $C_2^I > C_2$. Si el valor de la entidad prestamista aumenta, el capital del sistema aumenta y la dimensión pérdida absoluta de la estabilidad financiera mejora.

Acabamos de ver que $C_2^I = \left(\frac{(Su_2 - K_2)}{(1+i_{rf})} \right) \left(\frac{(S_2(1+i_{rf}) - Sd_2 + P(B_1(1+i_{rf}) - Sd_1))}{(Su_2 - Sd_2) + P(K_1 - Sd_1)} \right)$. Dado que $C_2 = \left(\frac{Su_2 - K_2}{Su_2 - Sd_2} \right) \left(\frac{S_2(1+i_{rf}) - Sd_2}{(1+i_{rf})} \right) = \left(\frac{Su_2 - K_2}{1+i_{rf}} \right) \left(\frac{S_2(1+i_{rf}) - Sd_2}{Su_2 - Sd_2} \right)$, para que se cumpla que $C_2^I > C_2$ es necesario que $\frac{P(B_1(1+i_{rf}) - Sd_1)}{S_2(1+i_{rf}) - Sd_2} > \frac{P(K_1 - Sd_1)}{Su_2 - Sd_2}$. Esto es así, ya que mediante un análisis matemático simple sabemos para que se cumpla que $\frac{a+y}{b+z} > \frac{a}{b}$ tiene que cumplirse $\frac{y}{a} > \frac{z}{b}$ y que $C_2^I > C_2$ tiene una estructura similar a $\frac{a+y}{b+z} > \frac{a}{b}$.

La desigualdad anterior puede transformarse en $\frac{B_1(1+i_{rf}) - Sd_1}{K_1 - Sd_1} > \frac{S_2(1+i_{rf}) - Sd_2}{Su_2 - Sd_2}$. Como hemos visto, en las primeras partes de este trabajo $\alpha = \frac{B(1+i_{rf}) - Sd}{K - Sd} = \frac{S(1+i_{rf}) - Sd}{Su - Sd}$, por lo que podemos concluir que para que se cumpla $C_2^I > C_2$ es condición necesaria y suficiente que se cumpla que $\alpha_1 > \alpha_2$.

Por ello, podemos concluir que el interbancario tiene un efecto amplificador o reductor del capital del sistema y, por lo tanto, de las pérdidas y ganancias que soportan los bonistas del sistema (primera dimensión de la estabilidad financiera).

Así, cuando la probabilidad de éxito del prestatario interbancario es mayor (menor) que la del prestamista interbancario la pérdida absoluta del sistema disminuye (aumenta).

IX.4.3.- EFECTO DE LA EXISTENCIA DEL MERCADO INTERBANCARIO EN LA CONCENTRACIÓN.

En este apartado, analizamos los efectos de un mercado interbancario sobre la concentración, la segunda de las dimensiones que definen la estabilidad financiera. Si expresamos el Índice Individual de Concentración (IIC) para un sistema con interbancario y para un sistema sin interbancario las fórmulas que resultan son:

- Sin interbancario: $IIC = P_{1R} - P_{1T} = (Sd_1 - B_1) - (Sd_S - B_S) * \frac{B_1}{B_S} = (Sd_1 - Sd_S * \frac{B_1}{B_S})$.

- Con interbancario:

$$IIC^I = P_{1R}^I - P_{1T}^I = [(Sd_1 - B_1)] - [(Sd_1 - B_1)(1 - P) + (Sd_2^I - B_2^I)] \frac{B_1(1 - P)}{B_1(1 - P) + B_2^I} = \frac{Sd_1 B_2^I(1 - P) - Sd_2^I B_1(1 - P)}{B_1(1 - P) + B_2^I}$$

El análisis realizado no nos permite obtener una conclusión clara, pues la existencia de un mercado interbancario puede tanto incrementar, como reducir la concentración de un sistema, sin que sea sencillo relacionar el sentido de este comportamiento con otras variables.

IX.4.4.- EFECTO DE LA EXISTENCIA DEL MERCADO INTERBANCARIO EN LA PROBABILIDAD DE FRACASO.

En este apartado, analizamos los efectos de la existencia de un mercado interbancario sobre la probabilidad de fracaso de los intervinientes en el mismo.

Si no existe un mercado interbancario, la probabilidad de fracaso de la unidad 2 es la siguiente:

$$1 - \alpha_2 = \frac{Su_2 - S_2(1 + i_{rf})}{Su_2 - Sd_2}$$

Con la existencia de un mercado interbancario como el que hemos descrito al inicio de esta sección, la probabilidad de fracaso de la unidad 2 (prestamista en el interbancario) es la siguiente:

$$1 - \alpha_2^I = \frac{(Su_2 + P K_1) - (S_2 + P B_1)(1 + i_{rf})}{(Su_2 + P K_1) - (Sd_2 + P Sd_1)} = \frac{Su_2 - S_2(1 + i_{rf}) + P K_1 - P B_1(1 + i_{rf})}{Su_2 - Sd_2 + P K_1 - P Sd_1}$$

Queremos conocer cuando aumenta la probabilidad de fracaso del prestamista en el interbancario, por lo que debemos estudiar las condiciones para que se produzca que $1 - \alpha_2 < 1 - \alpha_2^I$.

Esto puede formularse como $\frac{Su_2 - S_2(1+i_{rf})}{Su_2 - Sd_2} < \frac{Su_2 - S_2(1+i_{rf}) + P K_1 - P B_1(1+i_{rf})}{Su_2 - Sd_2 + P K_1 - P Sd_1}$

Con un poco de álgebra puede transformarse la desigualdad anterior:

$$1 + \frac{P K_1 - P Sd_1}{Su_2 - Sd_2} < 1 + \frac{P K_1 - P B_1(1+i_{rf})}{Su_2 - S_2(1+i_{rf})}$$

$$\frac{Su_2 - S_2(1+i_{rf})}{Su_2 - Sd_2} < \frac{K_1 - B_1(1+i_{rf})}{K_1 - Sd_1}$$

$$\frac{Su_2 - S_2(1+i_{rf})}{Su_2 - Sd_2} < \frac{K_1 - B_1(1+i_{rf})}{K_1 - Sd_1}$$

Se puede demostrar que $\frac{K_1 - B_1(1+i_{rf})}{K_1 - Sd_1} = 1 - \alpha_1$, por lo que:

$$1 - \alpha_2 < 1 - \alpha_1$$

Por ello, la existencia de un mercado interbancario sin garantías (no repo y sin contrapartida central) no afecta a la probabilidad de fracaso del tomador en el interbancario; mientras que aumenta la probabilidad de fracaso del inversor interbancario cuando se cumple que, antes de iniciar la relación interbancaria, la probabilidad de fracaso del prestatario es mayor que la del prestamista.

IX.4.5.- CONCLUSIONES DEL APARTADO.

La existencia de un mercado interbancario, sin garantías (no repo) y sin contraparte central, hace que la estabilidad financiera, en sus dimensiones pérdida absoluta y probabilidad de éxito, mejore (empeore) cuando, antes de iniciar la relación interbancaria, la probabilidad de fracaso del prestatario sea mejor (peor) que la probabilidad de fracaso del prestamista interbancario.

Esta conclusión resulta bien intuitiva, ya que el modelo nos indica que la estabilidad financiera de un sistema mejorará (en estas dos dimensiones) cuando los fondos se dirijan a entidades cuyos activos tengan mayor probabilidad de éxito.

Respecto de la concentración, el análisis realizado no nos permite obtener una conclusión clara, pues la existencia de un mercado interbancario puede tanto incrementar, como reducir la concentración de un sistema, sin que sea sencillo relacionar el sentido de este comportamiento con otras variables.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA.

Acharya, Viral V., Lasse H. Pedersen, Thomas Philippon, and Matthew Richardson (2010): "Measuring Systemic Risk," Working Paper, NYU Stern School of Business.

Adrian, T and M Brunnermeier (2009): "CoVar: a method for macroprudential regulation", Federal Reserve Bank of New York Staff Report, no 348.

Aghion, P, P Bolton y M Dewatripont (2000): "Contagious bank failures in a free banking system". *European Economic Review* 44 (2000) pp 713-718.

Allen, F. y Gale, D. (1998): "Optimal Financial Crises". *The Journal of Finance*. Vol LIII, NO 4. August 1998.

Allen, F. y D. Gale (2000a): "Bubbles y Crises". *Economic Journal* 110, pp 236-255.

Allen, F y D Gale (2000b): "Financial contagion". *Journal of Political Economy*, no 108, pp 1–33.

Allen, F. y D. Gale (2004a): "Financial Intermediaries y Markets". *Econometrica* 72, pp. 1023-1061.

Allen, F. y Gale, D. (2004b): "Financial Fragility, Liquidity, y Assets Prices". *Journal of the European Economic Association* December 2004 2(6) pp.1015–1048.

Allen, F. y D. Gale (2004c) Competition and financial stability. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 36 (3), pp. 453–480

Allen, F. (2005): "Modelling Financial Instability". *National Institute Economic Review* 2005; 192; 57.

Allen, W. y Wood, G. (2006): "Defining y achieving financial stability". *Journal of Financial Stability* 2 (2006) pp. 152–172.

Allen, F., Babus, A. Carletii, E. (2008): "Financial Crises: Theory y Evidence". *Annual Review of Financial Economics*, 2009, December.

Aspachs, O., Goodhart, C.A.E., Tsomocos, D.P., Zicchino, L (2006): "Towards a Measure of Financial Fragility". *Annals of Finance*, 2007, vol. 3, issue 1, pages 37-74.

Banerjee, Abhijit V. (1992): "A Simple Model of Herd Behavior". *The Quarterly Journal of Economics* 107 (1992), pp. 797-817.

Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) (2004): "Bank failures in mature economies". Working Paper No. 13. April 2004.

Bardsen, G., Lindquist, K.G., Tsomocos, D.P. (2006): "Evaluation of Macroeconomics Models for Financial Stability Analysis". Norges Bank. Working Papers. Año 2006/1.

Bebchuk, L.A., Spamann, H., (2009): "Regulating bankers' pay". *Georgetown Law J* 98, pp. 247–287.

Beck, T., Demirgüç-Kunt, A. y Levine, R. (2004): "Bank regulation, concentration y crises". World Bank mimeo.

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

Bernanke, B., M. Gertler, y S. Gilchrist (1996): "The Financial Accelerator y the Flight to Quality". *Review of Economics y Statistics* 78, pp. 1-15.

Bernanke, B, M Gertler y S Gilchrist (1999): "The financial accelerator in a quantitative business cycle framework". J Taylor y M Woodford (eds), *Handbook of Macroeconomics*, Amsterdam.

Bhattacharya, S. y D. Gale (1987): "Preference Shocks, Liquidity and Central Bank Policy," W. Barnett and K. Singleton (eds.), *New Approaches to Monetary Economics*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 69-88.

Black, F., y Scholes, M. (1973): "The Pricing of Options y Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy* 81, pp. 637-654.

Black, F., y J. C. Cox (1976): "Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions". *Journal of Finance* 31, pp. 351-367.

Blaschke, W., Jones, M., Majnoni, G. y Peria, S. (2001): "Stress testing of financial systems: a review of the issues, methodologies, y FSAP experiences". IMF Working Paper, WP/01/88.

Board of Governors of the Federal Reserve System, Federal Deposit Insurance Corporation, Office of the Comptroller of the Currency, Treasury, and Office of Thrift

Supervision (2010): "Guidance on Sound Incentive Compensation Policies, June 25 2010.

Bolton, P., Mehran, H. y Shapiro, J. (2011): "Executive Compensation and Risk Taking" Federal Reserve Bank of New York. Staff Reports.

Boot, A. y S. Greenbaum (1993) Bank regulation, reputation y rents: Theory y policy implications. In: Mayer, C. y X. Vives (eds.) Capital markets y financial intermediation. Cambridge: University Press, pp. 262–285 1–29

Borio, C y Drehmann, M. (2009a): "Assessing the risk of banking crises – revisited". BIS Quarterly Review, March 2009.

Borio, C y Drehmann, M. (2009b): "Towards an operational framework for financial stability: "fuzzy" measurement y its consequences". BIS Working Papers No 284 June 2009.

Borio, C. (2009c): "Implementing the Macroprudential Approach to Financial Regulation y Supervisión". Banque de France. Financial Stability Review. No. 13. September 2009.

Borio, C., Vale, B., y von Peter, G. (2010): "Resolving the financial crisis: are we heeding the lessons from the Nordics?". BIS Working Papers No 311. June 2010.

Bordo, M. y D. Wheelock (1998): "Price stability y financial stability: The historical record". Fed of St. Louis Review, Sep/Oct., pp. 41-62.

Boyd, J.H., De Nicoló, G., Smith, B.D., (2004). Crises in competitive versus monopolistic banking systems. Journal of Money, Credit and Banking 36, pp. 487-506.

Brown, C.O. y Dinc, S. (2005): "The politics of bank failures: evidence from emerging markets", The Quarterly Journal of Economics, November 2005.

Capera, L., Gómez, E., Laverde, M., Morales, M.A. (2011): "Measuring Systemic Risk in the Colombian Financial System: A Systemic Contingent Claims Approach". Banco de la República de Colombia. Temas de Estabilidad Financiera Septiembre de 2011, no. 60.

Caprio, G. y Klingebiel, D. (1996): "Bank insolvencies: cross country experience". Policy Research Working Paper no. 1620, The World Bank, Washington, DC.

Caprio, G. y Klingebiel, D, (1999): "Episodes of systemic y borderline financial crises". World Bank, January, available at <http://go.worldbank.org/5DYGICS7B0>.

Caprio, G. y Martínez-Peria, M.S. (2000): "Avoiding disaster: policies to reduce the risk of banking crises". Discussion Paper, Egyptian Center for Economic Studies, Cairo, Egypt.

Chan-Lau, J.A. and. Sy, A.N.R (2006): "Distance-to-Default in Banking: A Bridge Too Far?". International Monetary Fund Working Paper 06/215 September 2006.

Chari, V.V. y Kehoe, P.J. (2003): "Financial Crises as Herds: Overturning the Critiques" NBER Working Paper No. 9658. April 2003.

Chen, C.R., Steiner, T.L., Whyte, A.M., (2006). Does stock option-based executive compensation induce risk-taking? An analysis of the banking industry. *J. Bank. Fin.* 30, 915–945.

Cihak, M (2007): "Introduction to applied stress testing". IMF Working Paper, 07/59.

Čihák, M. (2006): "How do Central Banks Write on Financial Stability?". International Monetary Fund Working Paper 06/163 June 2006.

Čihák, M. y Ong, L.L., (2007): "Estimating Spillover Risk Among Large EU Banks". International Monetary Fund Working Paper WP/07/267.

Claessens, S., Klingebiel, S. y Laeven, L. (2004): "Resolving systemic crises: policies y institutions". World Bank Policy Research Working Paper 3377, August 2004.

Clement, P. (2010): "The term "macroprudential": origins y evolution". *BIS Quarterly Review*, March 2010, pp. 59-67..

Crockett, A (1997): "Maintaining financial stability in a global economy", in Federal Reserve Bank of Kansas City's Symposium, Jackson Hole, Wyoming, 28-30 August.

Coles, J.L., Daniel, N.D., Naveen, L., (2006): "Managerial incentives and risk-taking". *Journal of Financial Economics* 79 (2006) pp. 431–468

Committee of European Banking Supervisors (2010): Consultation Paper on Guidelines on Remuneration Policies and Practices. <http://www.cebs.org/documents/Publications/Consultation-papers/2010/CP42/CP42.aspx>

Cox, Ross y Rubinstein (1979): "Option Pricing: A Simplified Approach". Journal of Financial Economics 7 pp. 229-263.

Cuñat, V. y Guadalupe, M. (2009): "Executive compensation and competition in the banking and financial sectors". Journal of Banking & Finance 33 (2009). Pp. 495–504.

Dabos, M. y Sosa Escudero, W. (2004): "Explaining y Predicting Bank Failure Using Duration Models: The Case of Argentina After the Mexican Crisis". Revista de Análisis Económico, Vol. 19, N° 1, pp. 31-49 (Junio 2004).

Das, U.S., Quintyn, M. and Chenard, K. (2004): "Does Regulatory Governance Matter for Financial System Stability? An Empirical Analysis". International Monetary Fund Working Paper WP/04/89. May 2004.

Davis, E.P. y Stone, M.R. (2004): "Corporate Financial Structure y Financial Stability". International Monetary Fund Working Paper 04/124 July 2004.

De Juan, A. (1997): "Las crisis bancarias en América Latina". Varios Autores. Pág. 93 y ss. Banco Interamericano de Desarrollo. 1997.

De Nicolo, G., Philip B., Zaman J., Zephirin M. (2004): "Bank Consolidation, Conglomeration and Internationalization: Trends and Implications for Financial Risk". Financial Markets, Institutions and Instruments 13 (4), pp. 173-217.

Demirgüç-Kunt, A y E Detragiache (1998): "The Determinants of Banking Crises: Evidence from Developing y Developed Countries". IMF Staff Papers, vol 45, pp. 81–109.

Demirgüç-Kunt, A. y Detragiache, E. (2002): "Does deposit insurance increase banking system stability? An empirical investigation". Journal of Monetary Economics, 49, pp. 1373–406.

Demirgüç-Kunt, A. y Detragiache, E. (2005): "Cross country empirical studies of systemic risk: a survey". National Institute Economic Review No. 192 April 2005.

DeYoung, R., Peng, E.Y., Yan, M. (2010): "Executive compensation and policy choices at U.S. commercial banks". Federal Reserve Bank of Kansas City Research Working Paper 10–02.

Diamond, D.W. y Philip H. Dybvig P.H. (1983): "Bank Runs, Deposit Insurance, y Liquidity". Journal of Political Economy (June 1983), vol. 91, no. 3, pp. 401–19.

Drehmann, M (2008): "Macroeconomic Stress Testing Banks: A Survey of Methodologies". Stress Testing the Banking System: Methodologies y Applications (ed M Quagliariello), Cambridge, Cambridge University Press.

Ellul, A. and V. Yerramilli (2010) .Stronger Risk Controls, Lower Risk: Evidence from U.S. Bank Holding Companies. Mimeo, Indiana University.

Elsinger, H, A Lehar y M Summer (2006): "Risk Assessment for Banking Systems". Management Science, vol 52(9), September, pp 1301–41.

Eom, Y. H., Helwege, J., y Huang, J. Z., (2003): "Structural Models of Corporate Bond Pricing: An Empirical Analysis". Review of Financial Studies 17, pp. 499-544.

European Central Bank (2010): "Central Bank Statistics – What Did the Financial Crisis Change?". Fifth ECB Conference on Statistics 19 y 20 October 2010. Pp. 55-58.

Fahlenbrach R. and Stulz, R.M. (2011): "Bank CEO incentives and the credit crisis". Journal of Financial Economics 99 (2011) pp. 11–26

Fell, J., Schinasi, G. (2005): "Assessing Financial Stability: Exploring the Boundaries of Analysis". National Institute Economic Review No. 192 April 2005.

Fernández, P. (1997): "Opciones y Valoración de Instrumentos Financieros". Ediciones Deusto.

Financial Stability Forum (2009): "Principles for Sound Compensation Practices", Basel, Switzzlerland.

Financial Services Authority (2009): "Turner Review Conference Discussion Paper: A regulatory response to the global banking crisis: systemically important banks y assessing the cumulative impact" Discussion Paper 09/4. Octubre 2009.

Flannery, M. (1998): "Using Market Information in Prudential Banking Supervision. A Review of US Evidence". Journal of Money, Credit y Banking 30, pp. 273-305.

Friedman, M. y Schwartz, S. J. (1963): "Money y Business Cycles". The Review of Economics y Statistics, Vol. 45, No. 1, Part 2, Supplement (Feb., 1963), pp. 32-64.

Foot, M. (2003): "Protecting Financial Stability - How good are we at it?". Speech given at the University of Birmingham, June 6. Available on line at <http://www.fsa.gov.uk/Pages/Library/C>.

Fostel, A. y J. Geanakoplos (2008): "Leverage Cycles y the Anxious Economy". American Economic Review 98, pp. 1211-1244.

Freixas, X y B Parigi (1998): "Contagion y efficiency in gross y net interbank payment systems". Journal of Financial Intermediation, no 7, pp 3–31.

Freixas, X. y C. Holthausen (2005): "Interbank Market Integration under Asymmetric Information". Review of Financial Studies 18, pp. 459-490.

Frydl, E.J., (1999): "The length y cost of banking crises". IMF Working Paper 99/30.

G20 Working Group (2009): "Enhancing sound regulation y strengthening transparency", ITUC/TUAC Submission to G20 Working Group, 2 March 2009.

Gadanecz, B., y Jayaram (2010): "Measures of financial stability – a review". Irving Fisher Committee on Central Bank Statistics. Bank for International Settlements. IFC Bulletin No 31. Pp. 365-380.

Glavan, S (2010): "Fair value accounting in banks y the recent financial crisis". Revista de Estabilidad Financiera, N° 19. Banco de España.

Gapen, M., Gray, D., Lim, C., y Xiao, Y. (2005): "Measuring y Analyzing Sovereign Risk with Contingent Claims". IMF Working Paper 05/155. Washington: International Monetary Fund.

Geanakoplos, J. (1997): "Promises, Promises". B. Arthur, S. Durlauf y D. Lane (eds.), The Economy as an Evolving Complex System II, Reading, MA: Addison-Wesley, pp. 285-320. 38.

Geanakoplos, J. (2003): "Liquidity, Default, y Crashes: Endogenous Contracts in Equilibrium". M. Dewatripont, L. Hansen y S. Turnovsky (eds.) Advances in Economics y Econometrics: Theory y Applications, Eighth World Congress, Volume II, pp. 278-283.

Geanakoplos, J. (2009): "The Leverage Cycle". 2009 NBER Macroeconomics Annual, forthcoming.

Geluk J., Haan, L. y Vries, C. (2009): "Weak y Strong Systemic Fragility". Tinbergen Institute Discussion Paper. TI 2007-023/2

Giesecke, K., (2004): "Correlated default with incomplete information". Journal of Banking y Finance 28, pp. 1521-1545.

Glick, R. y Hutchison (1999): "Banking y Currency Crises: How Common are Twins?". Pacific Basin Working Paper Series 99-07, Federal Reserve Bank of San Francisco.

Gonzalez-Hermosillo, B., Pazarbasioglu C., y Billings, R. (1996): "Banking System Fragility: Likelihood Versus Timing of Failure: An Application to the Mexican Financial Crisis". International Monetary Fund Working Paper, 1996.

Goodhart C.A.E. (2004): "Some New Directions for Financial Stability?". International Monetary Fund Special Paper SP/04/627.

Goodhart, C.A.E. (2005): "Financial Regulation, Credit Risk y Financial Stability" National Institute Economic Review No. 192 April 2005.

Goodhart, C.A.E., Sunirand, P., Tsomocos, D. P. (2006): "A model to analyse financial fragility". Economic Theory 27 (2006), pp. 107–142

Goodhart, C. A. E. y Tsomocos, D. P. (2007): "Financial Stability: Theory y Applications". Annals of Finance N° 3. Pp. 1-4.

Goodhart, C. (2008): "Liquidity risk management". Banque de France, Financial Stability Review – Special issue on liquidity. No. 11. February 2008.

Gorton, G. (1988): "Banking Panics y Business Cycles". Oxford Economic Papers 40 (1988), pp. 751-781.

Gray, D.F., Merton, R.C. y Bodie, Z. (2007a): "New framework for measuring y managing macrofinancial risk y financial stability". NBER Working Paper no 13607, November.

Gray, D.F., Merton, R.C. y Bodie, Z. (2007b): "Contingent Claim Approach to Measuring y Managing Sovereign Credit Risk". Journal of Investment Management, Vol. 5, No. 4, (2007), pp. 5–28.

Gray, D., Lim, C.H., Loukoianova, E., y Malone, .S.(2008a): "A Risk-Based Debt Sustainability Framework: Incorporating Balance Sheets y Uncertainty". International Monetary Fund Working Paper 08/40 February 2008.

Gray, D. y Walsh, J. P. (2008b): "Factor Model for Stress-testing with a Contingent Claims Model of the Chilean Banking System". International Monetary Fund Working Paper 08/89.

Gray, D., García, C., Luna, L., Restrepo J.E. (2009): "Riesgo Financiero y Política monetaria: Una Aplicación para Chile". *Economía Chilena Volumen 12 - nº2 / agosto 2009*.

Gray, D. F., Jobst, A.A. (2011): "Beyond the Financial Crisis: Systemic Risk, Spillovers y Regulation". Conference. Deutsche Bundesbank.

Gropp, R., Vesala, J. y Vulpes, G. (2006): "Equity y Bond Market Signals as Leading Indicators of Bank Fragility". *Journal of Money, Credit y Banking*, Blackwell Publishing, vol. 38(2), pages 399-428, March.

Group of Ten (2001): "Report on Consolidation in the Financial Sector". International Monetary Fund, January 2001.

Gupton G., C. A. Finger y M. Bhatia (1997): "CreditMetrics Technical Document". J.P. Morgan & Co., New York.

Hagendorff, J.y Vallascas, F. (2011): "CEO pay incentives and risk-taking: Evidence from bank acquisitions". *Journal of Corporate Finance* 17 (2011) 1078–1095

Haldane, A.G., Saporta, V., Hall, S., Tanaka, M. (2004): "Financial stability y macroeconomic models". *Bank of England Financial Stability Review*. 16, 80–88.

Haldane, A. (2009): "Rethinking the Financial Network". Speech delivered at the Financial Student Association, Amsterdam. April 2009.

Harada K., Takatoshi I. y Takahashi S. (2010): "Is the Distance to Default a Good Measure in Predicting Bank Failures?". National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 16182.

Hoelscher, David, and Mark Quintyn, (2003): *Managing Systemic Banking Crises*, Occasional Paper No. 224 (Washington, International Monetary Fund)

Hoggarth, G., Reis, R., Saporta, V., (2002): "Costs of banking system instability: Some empirical evidence". *Journal of Banking y Finance* 26, 825–855.

Hoggarth, G., Sorensen, S y Zicchino, L. (2005): "Stress tests of UK banks using a VAR approach". Bank of England. Working Paper no. 282. November 2005.

Holmstrom, B. y Tirole, J. (1997): "Financial Intermediation, Loanable Funds, y the Real Sector". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 112, No. 3. (Aug., 1997), pp. 663-691.

Honohan, P. (1997): "Banking system failures in developing y transition countries: diagnosis y prediction". BIS Working Paper 39.

Houben, A., Kakes, J. y Schinasi, G. (2004): "Framework for safeguarding financial stability". IMF Working Paper 04/101, Washington, DC, July.

Honohan, P. y Klingebiel, D. (2003): "The fiscal cost implications of an accommodating approach to banking crises". *Journal of Banking y Finance*, 27, pp. 1539–60.

Houston, J.F., James, C., (1995): "CEO compensation and bank risk: Is compensation in banking structured to promote risk-taking". *Journal of Monetary Economics* 36, 405–431.

Huang, X., Zhou, H. y Zhu, H. (2009); "A Framework for Assessing the Systemic Risk of Major Financial Institutions". Bank for International Settlements. BIS Working Papers No 281. April 2009.

International Monetary Fund/World Bank (2003): "Analytical tools of the Financial Sector Assessment Program". Washington DC, Compilation Guide on Financial Soundness Indicators, Washington DC.

Issing, O. (2003): "Monetary y Financial Stability: Is there a Trade-off?". Paper delivered to Conference on 'Monetary Stability, Financial Stability y the Business Cycle', Bank for International Settlements, Basel, March 28-29, 2003.

Jacklin C.J. y Bhattacharya (1988): "Distinguishing Panics y Information-based Bank Runs: Welfare y plicy Implications". *Journal of Political Economy*. Vol. 96, No. 3 (Jun., 1988), pp. 568-592.

John, K. and Qian, Y. (2003): "Incentive Features in CEO Compensation in the Banking Industry" FRBNY Economic Policy Review / April 2003. Pág. 109-121.

John, T.A. and John, K. (1993): "Top-Management Compensation and Capital Structure". *The Journal of Finance*, Vol. 48, No. 3.

Kaminsky, G. y C. Reinhart (1999): "The Twin Crises: The Causes of Banking y Balanceof- Payments Problems". *American Economic Review* 89, 473-500.

Kindleberger, C.P. y Aliber, R.Z. (2005): "Manias, Panics, y Crashes. A History of Financial Crises". Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc.

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

Knopf, John D., Jouahn Nam, and John H. Thornton Jr., (2002), The volatility and price sensitivities of managerial stock option portfolios and corporate hedging, *Journal of Finance* 57, 801-814

Lagunoff, R.D. y Schreft, S.L. (2001): "A Model of Financial Fragility". *Journal of Economic Theory*, 2001, vol. 99, issue 1-2, pages 220-264.

Laeven, L. y Valencia, V. (2008): "Systemic Banking Crises: A New Database". International Monetary Fund. Working Paper. WP/08/224. November 2008.

Laeven, L. y Valencia, V. (2012): "Systemic Banking Crises: An Update". International Monetary Fund. Working Paper. WP/12/163. June 2012.

Larosi re, J. (2009): "The high-level group on financial supervision in the EU". Comisión Europea.

Lehar, A. (2004): "Measuring systemic risk: A risk management approach". *Journal of Banking & Finance* 29 (2005) 2577–2603.

Levine, R. (2004): "The Corporate Governance of Banks: A Concise Discussion of Concepts and Evidence". World Bank Policy Research Working Paper 3404.

Liu Y. and Mauer D.C. (2012): "Corporate cash holdings and CEO compensation incentives" *Journal of Financial Economics* 102 (2011) 183–198.

Lindgren, Carl-Johan, Gillian Garcia, y Matthew I. Saal (1996): "Bank Soundness y Macroeconomic Policy". (Washington: International Monetary Fund).

Lucas, R.E. (1990): "Liquidity y interest rates". *Journal of Economic Theory* 50, 237–264 (1990).

Lucas, R.E., Stokey, N. (1987): "Money y interest in a cash in advance economy". *Econometrica* 55, 491–514.

Matsumoto, B. Y. (2007): "Financial Fragility y Instability in Indonesia". *ASEAN Economic Bulletin*, Vol. 24, No. 2, August 2007. P ags. 280-282.

McAndrews, J y W Roberds (1995): "Banks, payments y coordination". *Journal of Financial Intermediation*, no 4, pp 305–27.

Mehrez, Gil, y Daniel Kaufmann (2000): "Transparency, Liberalization y Financial Crises". Policy Research Working Paper 2286. World Bank, World Bank Institute, Governance, Regulation, y Finance, Washington, D.C. Processed.

Mehran, H. and Rosenberg, J. (2007): "The Effect of Employee Stock Options on Bank Investment Choice, Borrowing, and Capital". Federal Reserve Bank of New York. Staff Report no. 305. October 2007. Revised June 2008.

Merton, Robert C. (1974): "On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates". *Journal of Finance* 29, pp. 449–470.

Minsky, H.P. (1978): "The Financial Instability Hypothesis: A restatement", 1978, *Thames Papers on Political Economy*.

Mishkin, F.S. (1999): "Global financial instability: framework, events, issues". *Journal of Economic Perspectives*, N°13. Págs. 3-25.

Nam, J., Ottoo, R.E., and Thornton J.H. Jr., (2003): "The effect of managerial incentives to bear risk on corporate investment and R&D investment". *The Financial Review* 38, 77-101.

Nier, E. y Zicchino, L. (2008): "Bank Losses, Monetary Policy y Financial Stability—Evidence on the Interplay from Panel Data". *International Monetary Fund Working Paper WP/08/232* September 2008.

Nieto, M.J. y Schinasi G. J. (2007): "EU Framework for Safeguarding Financial Stability: Towards an Analytical Benchmark for Assessing its Effectiveness". *International Monetary Fund Working Paper WP/07/260*.

Pesaran, M H, T Schuerman, B J Treutler y S M Weiner (2006): "Macroeconomic dynamics y credit risk: a global perspective". *Journal of Money Credit y Banking*, vol 38, no 5, pp 1211–62.

Poghosyan, T. y Čihák¹, M. (2009): "Distress in European Banks: An Analysis Based on a New Data Set". *International Monetary Fund Working Paper WP/09/9*. January 2009.

Reinhart, C. y Rogoff, K. (2009): "This Time is different?: Eight Centuries of Financial Folly". Princeton University Press.

Repullo, R., Saurina, J. y Trucharte, C. (2010): "Mitigating the pro-cyclicality of Basel II". *Documentos de Trabajo N.º 1028* Banco de España 2010.

Rochet, J y J Tirole (1996a): "Interbank lending y systemic risk". Journal of Money, Credit y Banking, no 28, pp 733–62.

Roxburgh, C. *et alia* (2010): "Debt y Deleveraging: The Global Credit Bubble y Its Economics Consequences". McKinsey Global Insitute, Januery 2010.

Schaeck, K., Cihak, M. y Wolfe, S. (2009): "Are More Competitive Banking Systems More Stable?" Journal of Money, Credit, and Banking 41, pág. 711-734.

Schinasi, G.J. (2004): "Defining Financial Stability". International Monetary Fund Working Paper WP/04/187. October 2004.

Schinasi, G. (2005): "Preserving Financial Stability". IMF Economic Issue nº 36, Washington DC. Serptember 2005.

Schwartz, A.J, (1987): "Real y Pseudo-Financial Crises". Money in Historical Perspective University of Chicago Press (p. 271 - 288).

Salas Fumás, V. (2009): "La crisis de la Economía Española: Lecciones y Propuestas". Sociedad Abierta. FEDEA. Pág. 86-88.

Segoviano, M., C. Goodhart (2009): "Banking Stability Measures". International Monetary Fund Working Paper 09/4.

Segoviano, M.A. y Goodhart, C. (2009): "Banking Stability Measures". International Monetary Fund Working Paper, January 2009.

Shleifer, A. y Vishny, R.W. (2009): "Unstable Banking". Journal of Financial Economics 2009.

Shin, H. (2009): "Securitization y Financial Stability", Economic Journal 119, 309-332.

Schwartz, A.J, (1987) "Real and Pseudo-Financial Crises". Money in Historical Perspective University of Chicago Press (p. 271 - 288).

Smith, C., Watts, R., (1992): "The investment opportunity set and corporate financing, dividend and compensation policies". Journal of Financial Economics 3, 263–292.

Tarashev, N., Borio, C., y Tsatsaronis, K. (2009) "The Systemic Importance of Financial Institutions" BIS Quarterly Review, September 2009.

Tarashev, N., Borio, C. y Tsatsaronis, K. (2010): "Attributing systemic risk to individual institutions" BIS Working Papers No 308. May 2010.

Tsomocos, D.P. (2003a): "Equilibrium analysis, banking y financial instability". *Journal of Mathematical Economics* 39(5–6), 619–655 (2003a).

Tsomocos, D.P. (2003b): "Equilibrium analysis, banking, contagion y financial fragility". Bank of England Working Paper No. 175 (2003b).

Zhou, C. (2001): "An Analysis of Default Correlations y Multiple Defaults", *Review of Financial Studies* 14, 555-576.

ANEXOS.

ANEXO I.

Tabla de datos utilizada para estimar el efecto de la probabilidad de crisis en el crecimiento económico.

País	Año	Nº años desde la crisis anterior	Diferencia Media Incremento PIB 3A posterior - 3 años anterior
Argentina	1980	46	5,55
Argentina	1989	7	-9,78
Argentina	1995	5	-2,86
Argentina	2001	5	-5,19
Australia	1989	57	2,88
Austria	2008	77	0,00
Belgium	2008	69	0,00
Bolivia	1994	7	-1,14
Bolivia	1999	2	1,24
Brazil	1985	22	-0,56
Brazil	1990	5	-2,28
Brazil	1994	4	-0,14
Canada	1983	60	-3,22
Central African Republic	1988	6	0,36
Chile	1976	50	-10,10
Chile	1982	5	-2,91
China	1992	55	-3,60
Colombia	1998	11	1,40
Costa Rica	1994	7	3,64
Denmark	1987	56	2,41
Denmark	2008	16	0,00
Dominican Republic	2003	7	-4,63
Ecuador	1998	17	2,24
Egypt, Arab Rep.	1981	74	-1,20
Egypt, Arab Rep.	1990	7	2,52
Finland	1991	52	0,08
France	1994	55	-0,93
France	2008	13	0,00
Germany	1977	46	-0,38
Germany	2008	29	0,00
Ghana	1997	8	0,04
Greece	1991	60	1,93
Greece	2008	13	0,00
Guatemala	2001	11	0,08

Guatemala	2006	5	0,54
Honduras	2001	2	-2,65
Hungary	1991	60	-4,65
Hungary	2008	13	0,00
Iceland	1993	7	-3,60
Iceland	2007	14	0,00
India	1993	45	-3,49
Indonesia	1994	2	0,43
Indonesia	1997	3	9,38
Ireland	2007	151	0,00
Italy	1990	55	2,74
Japan	1992	64	2,27
Kenya	1992	3	-0,85
Malaysia	1997	9	6,51
Mexico	1981	51	9,64
Mexico	1994	12	1,45
Netherlands	2008	69	0,00
New Zealand	1987	92	1,35
Nicaragua	2000	4	2,87
Nigeria	1997	2	0,37
Norway	1987	56	2,81
Paraguay	1995	105	3,04
Paraguay	2002	3	-4,06
Peru	1983	107	-7,74
Peru	1999	9	-0,36
Philippines	1997	10	2,31
Poland	1991	57	-10,87
Portugal	2008	76	0,00
Romania	1990	59	2,78
Russian Federation	1995	99	-5,96
Russian Federation	1998	3	-9,66
Russian Federation	2008	10	0,00
South Africa	1977	85	-3,19
South Africa	1989	11	4,06
Spain	1977	46	0,99
Spain	2008	23	0,00
Sweden	1991	59	0,65
Switzerland	2008	77	0,00
Thailand	1996	9	10,52
Uruguay	1981	10	11,59
Uruguay	2002	18	-12,16
Turkey	1982	51	-3,32
Turkey	1991	6	0,75
Turkey	1994	3	-4,94

Turkey	2000	6	0,00
United Kingdom	1984	8	-1,26
United Kingdom	1995	4	-0,08
United Kingdom	2007	12	0,00
Venezuela, RB	1993	7	4,89

ANEXO II. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 1.

Otra manera de demostrar el paradigma partiendo de las variables C ; S ; S_u ; S_d ; K ; i_{rf} y de una manera más algebraica, sería la siguiente.

Considerando un sistema de dos unidades definidas como $C_1 = (S_1, S_{u1}, S_{d1}, k_1, i_{rf})$ y $C_2 = (S_2, S_{u2}, S_{d2}, k_2, i_{rf})$. El activo de la segunda unidad es el bono emitido por la primera unidad. En tal caso, se cumplirá que $S_{u2} = K_1$, que $S_2 = S_1 - C_1$ y que $S_{d2} = S_{d1}$.

Si los rendimientos de las acciones de ambas unidades coinciden deberá cumplirse que $\frac{S_{u1} - K_1}{C_1} = \frac{S_{u2} - K_2}{C_2}$.

La demostración es la siguiente:

$$\frac{S_{u2} - K_2}{C_2} = \frac{S_{u2} - K_2}{\left(\frac{S_{u2} - K_2}{S_{u2} - S_{d2}}\right) \left(S_2 - \frac{S_{d2}}{(1+i_{rf})}\right)} = \frac{S_{u2} - S_{d2}}{\left(S_2 - \frac{S_{d2}}{(1+i_{rf})}\right)} =$$

$$\frac{K_1 - S_{d1}}{\left(S_1 - C_1 - \frac{S_{d2}}{(1+i_{rf})}\right)} = \frac{K_1 - S_{d1}}{\left(S_1 - \left(\frac{S_{u1} - K_1}{S_{u1} - S_{d1}}\right) \left(S_1 - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})}\right) - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})}\right)} =$$

$$\frac{K_1 - S_{d1}}{\left(S_1 \left(1 - \left(\frac{S_{u1} - K_1}{S_{u1} - S_{d1}}\right)\right) - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})} \left(1 - \left(\frac{S_{u1} - K_1}{S_{u1} - S_{d1}}\right)\right)\right)} = \frac{K_1 - S_{d1}}{\left(\frac{S_{u1} - S_{d1}}{S_{u1} - S_{d1}}\right) \left(S_1 - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})}\right)} = \frac{S_{u1} - S_{d1}}{\left(S_1 - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})}\right)} =$$

$$\frac{\left(\frac{S_{u1} - K_1}{S_{u1} - S_{d1}}\right) (S_{u1} - S_{d1})}{\left(\frac{S_{u1} - K_1}{S_{u1} - S_{d1}}\right) \left(S_1 - \frac{S_{d1}}{(1+i_{rf})}\right)} = \frac{S_{u1} - K_1}{C_1}$$

Por lo que se cumple que $\frac{S_{u1} - K_1}{C_1} = \frac{S_{u2} - K_2}{C_2}$ y puede concluirse que

$$i_{c1} = i_{c2}$$

Es decir, el rendimiento de las acciones de las dos unidades del sistema horizontal es idéntico.

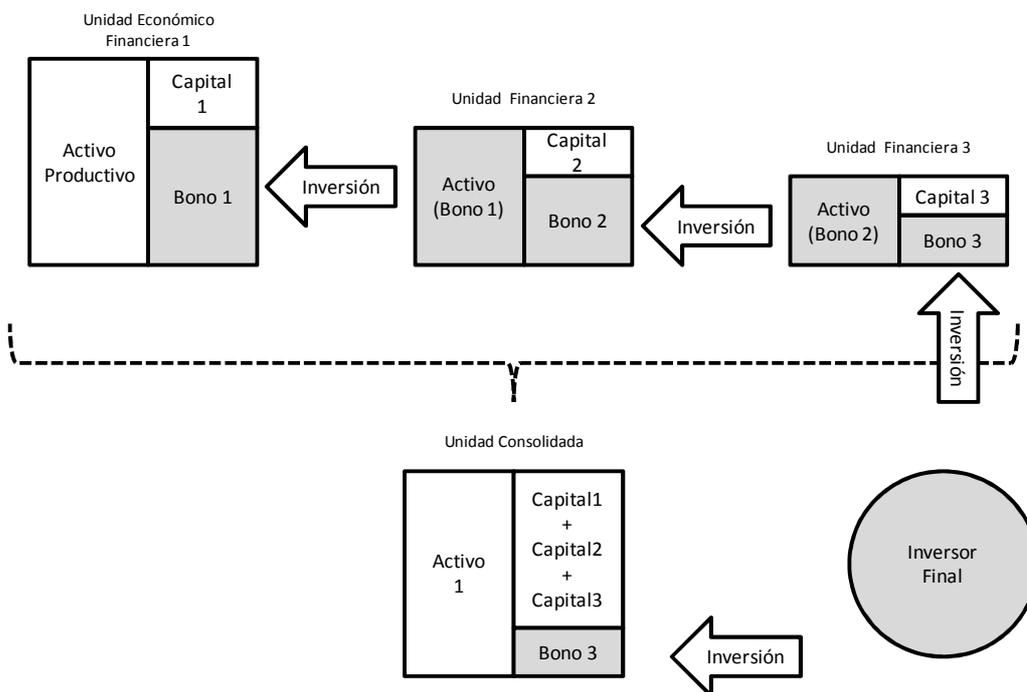
Este mismo razonamiento resulta aplicable y el mismo resultado se obtiene si existen más de dos unidades en un sistema horizontal.

Podemos concluir que un sistema horizontal (por ejemplo, un mercado interbancario) con una gestión eficiente del riesgo financiero se caracteriza porque el rendimiento del capital es idéntico para todas las unidades del sistema, independientemente de cuál sea su estructura financiera. El rendimiento del capital de cada una de las unidades del sistema coincidirá con el rendimiento del sistema consolidado.

ANEXO III. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 2.

En el Gráfico AIII.2 se aprecia que la unidad 1 tiene en su activo un activo productivo. El pasivo que emite la unidad 1 es adquirido por la unidad 2, constituyendo su total activo. A su vez, la unidad 2 se financia en parte con recursos propios y en parte por recursos ajenos, emitiendo un pasivo que es adquirido por la unidad 3, constituyendo su total activo. A su vez, la unidad 3 se financia en parte con recursos propios y en parte por recursos ajenos.

Gráfico AIII.2



Cada una de las tres unidades del sistema pueden definirse como

$$C_1 = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_1, i_{rf}), C_2 = f(B_1, K_1, Sd_1, K_2, i_{rf}), C_3 = f(B_2, K_2, Sd_1, K_3, i_{rf})$$

Por su parte, la unidad consolidada se define como $C_c = f(S_1, Su_1, Sd_1, K_3, i_{rf})$

Recordamos que $i_b = \frac{K-(S-C)}{S-C}$.

Entonces $i_{b3} = \frac{K_3 - B_3}{B_3}$ y $i_{bc} = \frac{K_3 - B_3}{B_3}$, por lo que se cumple que $i_{b3} = i_{bc}$.

Recordamos que $Sev_b = \frac{Sd}{S-C} - 1$.

Entonces $Sev_{b3} = \frac{Sd_1}{B_3} - 1$ y $Sev_{bc} = \frac{Sd_1}{B_3} - 1$, por lo que se cumple que $Sev_{b3} = Sev_{bc}$

Lo mismo sucede cualquiera que sea el número de unidades relacionadas que formen el sistema.

También coincidirá la severidad del último de los bonos de la cadena de un sistema con la severidad del consolidado. Una demostración sencilla puede realizarse aplicando la condición de riesgo-neutralidad del sistema $i_{rf} = (\alpha_b * i_b) + ((1 - \alpha_b) * (Sev))$. Dado que i_b coincide y α_b es la misma tanto en toda la cadena que en el consolidado, se deduce que la severidad del bono consolidado y la severidad del bono de la última unidad de una cadena horizontal de unidades ha de ser la misma.

ANEXO IV. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 3.

IV.1.- Planteamiento del problema.

El problema que planteamos hallar el máximo y el mínimo de la función $C_s = C_1 + C_2$ (es decir, hallar el capital máximo y el capital mínimo), dentro del rango de valores que permiten las restricciones exigidas por una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros. Estas restricciones resultan aplicables tanto a la unidad 1, como a la unidad 2. Se trata de un problema típico de encontrar los máximos y mínimos de la función en un intervalo.

La función C_s podemos expresarla como:

$$\begin{aligned} C_s = C_1 + C_2 &= f(S_1; Su_1; Sd_1; K_1) \\ &= \frac{Su_1 - K_1}{Su_1 - Sd_1} \left(S_1 - \frac{Sd_1}{1 + i_{rf}} \right) + \frac{Su_2 - K_2}{Su_2 - Sd_2} \left(S_2 - \frac{Sd_2}{1 + i_{rf}} \right) \\ &= \frac{Su_1 - K_1}{Su_1 - Sd_1} \left(S_1 - \frac{Sd_1}{1 + i_{rf}} \right) \\ &\quad + \frac{(Su_s - Su_1) - (K_s - K_1)}{(Su_s - Su_1) - (Sd_s - Sd_1)} \left((S_s - S_1) - \frac{(Sd_s - Sd_1)}{1 + i_{rf}} \right) \end{aligned}$$

No incluimos como variable independiente i_{rf} ya que el tipo de interés sin riesgo es el mismo para ambas unidades y, aunque puede variar entre distintos sistemas, una vez definido a nivel sistema no varía, comportándose a estos efectos dentro de cada sistema como una constante.

Las restricciones que determinan el rango de valores posible admisibles de C_s para cada variable independiente provienen de las condiciones necesarias para la gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros:

a) Para la unidad 1, son:

$$\begin{aligned} \frac{Su_1}{1 + i_{rf}} &\geq S_1 \geq \frac{Su_1}{1 + i_{rf}} \\ \infty &\geq Su_1 \geq \text{Max}(S_1(1 + i_{rf}); K_1) \\ \text{Min}(S_1(1 + i_{rf}); K_1) &\geq Sd_1 \geq 0 \\ Su_1 &\geq K_1 \geq Sd_1 \end{aligned}$$

b) Para la unidad 2, son:

$$\frac{(Su_s - Su_1)}{1 + i_{rf}} \geq (S_s - S_1) \geq \frac{(Sd_s - Sd_1)}{1 + i_{rf}}$$

$$\infty \geq (Su_S - Su_1) \geq \text{Max} ((S_S - S_1)(1 + i_{rf}); (K_S - K_1))$$

$$\text{Min} ((S_S - S_1)(1 + i_{rf}); (K_S - K_1)) \geq (Sd_S - Sd_1) \geq 0$$

$$(Su_S - Su_1) \geq (K_S - K_1) \geq (Sd_S - Sd_1)$$

Recuérdese que $S_2 = S_S - S_1$, $Su_2 = Su_S - Su_1$, $Sd_2 = Sd_S - Sd_1$ y $K_2 = K_S - K_1$

Una de las maneras de calcular los máximos y mínimos de una función en un intervalo es hallar los puntos estacionarios en el intervalo, para determinar posteriormente si tales puntos son máximos o mínimos, o si por el contrario son puntos silla. Si no hubiese puntos máximos o mínimos en el intervalo tendríamos que buscarlos en los límites del intervalo.

IV.2.- Análisis de la existencia de puntos estacionarios en el intervalo.

La forma de realizar analizar si existen puntos estacionarios en el intervalo es calculando la derivada de la función para cada variable independiente e igualándola a cero.

$$\frac{\delta C_s}{\delta S_1} = \frac{Su_1 - K_1}{Su_1 - Sd_1} - \frac{(Su_S - Su_1) - (K_S - K_1)}{(Su_S - Su_1) - (Sd_S - Sd_1)} = 0$$

$$\frac{\delta C_s}{\delta K_1} = \frac{\frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})} - S_1}{Su_1 - Sd_1} - \frac{\left(\frac{Sd_S}{(1 + i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})}\right) - (S_S - S_1)}{(Su_S - Su_1) - (Sd_S - Sd_1)} = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta C_s}{\delta Su_1} = & -\frac{\frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})} - S_1}{Su_1 - Sd_1} + \frac{\left(\frac{Sd_S}{(1 + i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})}\right) - (S_S - S_1)}{(Su_S - Su_1) - (Sd_S - Sd_1)} \\ & + \frac{\left(S_S - S_1 - \left(\frac{Sd_S}{(1 + i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})}\right)\right) (Su_S - Su_1 - (K_S - K_1))}{(Su_S - Su_1 - Sd_S + Sd_1)^2} \\ & - \frac{\left(S_1 - \frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})}\right) (Su_1 - K_1)}{(Su_1 - Sd_1)^2} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta C_s}{\delta Sd_1} = & \frac{1}{(1 + i_{rf})} \left[-\frac{Su_1 - K_1}{Su_1 - Sd_1} + \frac{(Su_S - Su_1) - (K_S - K_1)}{(Su_S - Su_1) - (Sd_S - Sd_1)} \right] \\ & + \frac{\left(S_S - S_1 - \left(\frac{Sd_S}{(1 + i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})}\right)\right) (Su_S - Su_1 - (K_S - K_1))}{(Su_S - Su_1 - Sd_S + Sd_1)^2} \\ & - \frac{\left(S_1 - \frac{Sd_1}{(1 + i_{rf})}\right) (Su_1 - K_1)}{(Su_1 - Sd_1)^2} = 0 \end{aligned}$$

Mediante el desarrollo algebraico del sistema de ecuaciones anterior intentamos analizar si los puntos anteriores si existen puntos estacionarios dentro del intervalo. Podemos realizar varios desarrollos algebraicos de este sistema.

IV.2.1.- Primer desarrollo.

Si tomamos, en primer lugar, las ecuaciones de $\frac{\delta C_s}{\delta S_1}$ y $\frac{\delta C_s}{\delta K_1}$ vemos que su estructura sigue la siguiente forma¹²⁰:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x}{a} - \frac{y}{b} = 0 \\ \frac{v}{a} - \frac{w}{b} = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{x}{v} = \frac{y}{w}$$

Donde $x = Su_1 - K_1$; $y = (Su_s - Su_1) - (K_s - K_1)$; $v = \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1$;

$$w = \left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) - (S_s - S_1); a = Su_1 - Sd_1; b = (Su_s - Su_1) - (Sd_s - Sd_1)$$

$$\text{Por ello, } \frac{Su_1 - K_1}{\frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1} = \frac{(Su_s - Su_1) - (K_s - K_1)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) - (S_s - S_1)} = \frac{(Su_s - K_s) - (Su_1 - K_1)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s \right) - \left(\frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1 \right)}$$

Esta igualdad tiene la siguiente forma $\frac{x}{v} = \frac{h-x}{j-v}$, por lo que $\frac{x}{v} = \frac{h}{j}$, donde $h = Su_s - K_s$ y $j = \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s$.

Por ello, podemos escribir que un punto estacionario de la función C_s viene definido por las siguientes igualdades $\frac{Su_1 - K_1}{\frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1} = \frac{(Su_s - K_s)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s \right)}$ o que $\frac{Su_2 - K_2}{\frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} - S_2} =$

$$\frac{(Su_s - K_s)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s \right)}$$

El cumplimiento simultáneo de $\frac{Su_1 - K_1}{\frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1} = \frac{(Su_s - K_s)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s \right)} = \frac{Su_2 - K_2}{\frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} - S_2}$ no es posible salvo

en el caso que todas las variables sean igual cero, ya que las variables del sistema son la suma de las variables de las unidades.

IV.2.2.- Segundo desarrollo.

Por otro lado, con las otras derivadas $\frac{\delta C_s}{\delta Su_1}$ y $\frac{\delta C_s}{\delta Sd_1}$ podemos hacer varios desarrollos para intentar encontrar puntos estacionarios.

$$\frac{\delta C_s}{\delta Su_1} = - \frac{\delta C_s}{\delta K_1} + a - b = 0$$

¹²⁰ Despejando en la primera expresión $a = \frac{xb}{y}$ y sustituyendo en la segunda tenemos que $\frac{vy}{xb} = \frac{w}{b}$ por lo que $\frac{x}{v} = \frac{y}{w}$

$$\frac{\delta C_s}{\delta Sd_1} = \frac{1}{(1+i_{rf})} \left[-\frac{\delta C_s}{\delta S_1} \right] + a - b = 0$$

$$\text{Donde } a = \frac{\left(S_s - S_1 - \left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) \right) (S_{u_s} - S_{u_1} - (K_s - K_1))}{(S_{u_s} - S_{u_1} - Sd_s + Sd_1)^2} \text{ y } b = \frac{\left(S_1 - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) (S_{u_1} - K_1)}{(S_{u_1} - Sd_1)^2}.$$

Por tanto, podemos decir que $\frac{\delta C_s}{\delta K_1} = \frac{1}{(1+i_{rf})} \left[\frac{\delta C_s}{\delta S_1} \right] = 0$. Con tal igualdad llegaríamos a las mismas conclusiones que hemos llegado en el análisis de $\frac{\delta C_s}{\delta K_1}$ y $\frac{\delta C_s}{\delta S_1}$, ya que el factor $\frac{1}{(1+i_{rf})}$ se elimina en el proceso.

Otro desarrollo sobre $\frac{\delta C_s}{\delta S_{u_1}}$ y $\frac{\delta C_s}{\delta Sd_1}$ para intentar buscar puntos estacionarios parte de denominar $a = \frac{\frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1}{S_{u_1} - Sd_1}$, $b = \frac{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) - (S_s - S_1)}{(S_{u_s} - S_{u_1}) - (Sd_s - Sd_1)}$, $c = \frac{S_{u_1} - K_1}{S_{u_1} - Sd_1}$ y $d = \frac{(S_{u_s} - S_{u_1}) - (K_s - K_1)}{(S_{u_s} - S_{u_1}) - (Sd_s - Sd_1)}$.

Podemos escribir que:

$$\frac{\delta C_s}{\delta S_{u_1}} = -a + b - bd + ac = 0$$

$$\frac{\delta C_s}{\delta Sd_1} = -\frac{c}{(1+i_{rf})} + \frac{d}{(1+i_{rf})} - bd + ac$$

$$\frac{\delta C_s}{\delta S_1} = c - d = 0$$

$$\frac{\delta C_s}{\delta K_1} = a - b = 0$$

Por lo que:

$$\frac{\delta C_s}{\delta S_{u_1}} = -a + b - bd + ac = 0 - bd + ac$$

$$\frac{\delta C_s}{\delta Sd_1} = -\frac{c}{(1+i_{rf})} + \frac{d}{(1+i_{rf})} - bd + ac = 0 - bd + ac$$

Las condiciones que se deducen de lo anterior son tres: $a = b$, $c = d$ y $bd = ac$

Respecto de los dos primeras. Dado que $a=b$ entonces $\frac{\frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1}{S_{u_1} - Sd_1} = \frac{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - \frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} \right) - (S_s - S_1)}{(S_{u_s} - S_{u_1}) - (Sd_s - Sd_1)} = \frac{\frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} - S_2}{S_{u_2} - Sd_2}$. En los ejemplos numéricos expuestos antes, en los que los valores de ambas unidades son la mitad de los valores del sistema, se cumple esta condición y sin embargo, aun cuando son puntos

estacionarios, no son puntos máximos ni mínimos. Lo mismo es aplicable a la condición $c=d$.

Respecto de la condición $bd = ac$, no aporta más información para determinar puntos estacionarios, ya que se deduce de las dos anteriores ($a = b$ y $c = d$).

Podemos concluir que los máximos y mínimos del capital suma son los definidos en este trabajo.

IV.2.3.- Conclusión.

Hemos buscado puntos estacionarios de la función C_s en el intervalo definido por la gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros igualando a cero la primera derivada de la función C_s respecto de cada una de las variables independientes.

La condición que deben cumplir los puntos estacionarios de la función C_s viene definido por las siguientes igualdades $\frac{Su_1 - K_1}{\frac{Sd_1}{(1+i_{rf})} - S_1} = \frac{(Su_s - K_s)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s\right)}$ o alternativamente que

$$\frac{Su_2 - K_2}{\frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} - S_2} = \frac{(Su_s - K_s)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s\right)}$$

El segundo desarrollo no nos ofrece información adicional sobre puntos estacionarios dentro del intervalo de gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros para la función C_s .

IV.3.- Deducción de la fórmula del Capital Máximo.

El punto estacionario cumple la condición $\frac{Su_2 - K_{21}}{\frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} - S_2} = \frac{(Su_s - K_s)}{\left(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s\right)}$ nos indica un caso

extremo en el que, dadas las restricciones de una gestión eficiente de los riesgos y beneficios financieros, se debe cumplir que $S_2 = S_s$.

Partimos de la primera fórmula básica: $C = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)$ y de las seis condiciones antes citadas que definen una gestión financiera eficiente.

Considerando esto, los casos extremos, como la obtención del máximo capital suma, que nos ocupa, se producen cuando la disparidad de tamaños de las unidades del sistema es la mayor, dado que $C = S - B$ y que $S \geq C \geq 0$.

Así, suponemos que una de las dos unidades del sistema posee prácticamente todos los activos del sistema. Así, suponemos que $S_1 = 0$ y $S_2 = S_s$.

Para conseguir el máximo capital suma concentramos los beneficios del sistema en la unidad 2 y las pérdidas en la unidad 1. Para ello, hacemos que el valor de Sd_1 sea lo más pequeño posible. También concentramos el apalancamiento en la unidad 1.

Así, $Sd_1 = 0$ y $Sd_2 = Sd_s$. Por su parte, como debe cumplirse que $Su \geq K$, el mayor valor del apalancamiento de la unidad se producirá cuando $K_1 = Su_1$. Por tanto, $K_2 = K_s - Su_1$

Respecto de Su_1 , se pueden dar dos supuestos, en función de si el valor de K_s es elevado (cercano a Su_s) o reducido (cercano a Sd_s):

- Si K_s es reducido (cercano a Sd_s): como $Sd_2 = Sd_s, K \geq Sd$, y K_2 ha de ser lo más reducido posible, entonces $K_2 = Sd_2 = Sd_s$. Por ello, $K_1 = K_s - Sd_s$ y como $Su \geq K$, y es necesario que Su_1 sea lo más reducido posible, $Su_1 = K_1 = K_s - Sd_s$.
- Si K_s es elevado (cercano a Su_s): como debe cumplirse que $Su \geq \text{Max}(S(1 + i_{rf}); K)$, entonces $Su_2 = S_s(1 + i_{rf})$, por lo que $Su_1 = Su_s - S_s(1 + i_{rf})$.
- Como tratamos de hacer Su_1 lo más pequeño posible, entonces $Su_1 = \text{Min}(K_s - Sd_s; Su_s - S_s(1 + i_{rf}))$. Por tanto, $Su_2 = Su_s - Su_1 = \text{Max}(Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1 + i_{rf}))$

Resumiendo lo anterior, la suma de los capitales del sistema será máxima cuando las variables definitorias de las unidades del sistema sean:

$$S_1 = 0; Su_1 = \text{Min}\left(K_s - Sd_s; Su_s - S_s(1 + i_{rf})\right); Sd_1 = 0; K_1 = Su_1.$$

$$S_2 = S_s; Su_2 = \text{Max}\left(Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1 + i_{rf})\right); Sd_2 = Sd_s; K_2 = \text{Max}(Sd_s; K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf}))$$

Por ello, sustituyendo en la primera fórmula básica $C = \left(\frac{Su-K}{Su-Sd}\right) \times \left(S - \frac{Sd}{(1+i_{rf})}\right)$, tendremos que: $C_1 = 0$

Respecto de C_2 tenemos que el valor de los recursos propios en función de cuál sea el valor de Su_2 :

- Si $Su_2 = Su_s - K_s + Sd_s$, entonces $C_2 = \left(\frac{Su_s - K_s + Sd_s - Sd_s}{Su_s - K_s + Sd_s - Sd_s}\right) \times \left(S_s - \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})}\right) = S_s - \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} = \frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})}$

$$- \text{ Si } Su_2 = S_s(1 + i_{rf}), \text{ entonces } C_2 = \left(\frac{S_s(1+i_{rf})-Sd_s}{S_s(1+i_{rf})-Sd_s} \right) \times \left(S_s - \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} \right) = S_s - \frac{Sd_s}{(1+i_{rf})}$$

Por tanto, la fórmula para el cálculo del capital máximo será:

$$\text{Max} \sum_1^n C_n = \text{Min} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s}{(1 + i_{rf})}; \frac{Su_s - K_s}{(1 + i_{rf})} \right)$$

A continuación verificamos que los valores definidos para cada una de las variables independientes para alcanzar el capital máximo cumplen la condición establecida en el primer desarrollo para ser un punto estacionario. Recordamos los valores de las variables independientes deben adoptar para que el capital sea máximo, que son:

$$S_2 = S_s; Su_2 = \text{Max} \left(Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1 + i_{rf}) \right); Sd_2 = Sd_s; K_2 = \text{Max}(Sd_s; K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf})).$$

Si sustituimos estos valores en $\frac{Su_2 - K_2}{\frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} - S_2}$ nos queda que:

$$\frac{Su_2 - K_2}{\frac{Sd_2}{(1+i_{rf})} - S_2} = \frac{\text{Max}(Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1 + i_{rf})) - \text{Max}(Sd_s; K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf}))}{\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s}$$

El numerador anterior, en función de los máximos que adopten las variables, puede adoptar 4 valores, pero no todos los casos son posibles.

- 1.- $(Su_s - K_s + Sd_s) - Sd_s = Su_s - K_s$
- 2.- $(Su_s - K_s + Sd_s) - (K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf}))$
- 3.- $S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$
- 4.- $S_s(1 + i_{rf}) - (K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf})) = Su_s - K_s$

Si aplicamos las condiciones de una gestión eficiente de riesgos y beneficios financieros sólo son posibles los casos 1 y 4. En el caso 2, si $(Su_s - K_s + Sd_s) > S_s(1 + i_{rf})$, entonces no puede darse que $Sd_s < (K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf}))$. Consiguientemente, si el caso 2 no puede existir, el caso 3 tampoco puede darse.

Por lo tanto, la única expresión posible como numerador es $Su_s - K_s$.

Por ello, queda demostrado que la condición $\frac{Su_2 - K_2}{(1+i_{rf}) - S_2} = \frac{(Su_s - K_s)}{(\frac{Sd_s}{(1+i_{rf})} - S_s)}$ que define uno de los puntos estacionarios de la función C_s se cumple para la fórmula que proponemos de capital máximo que es $\text{Max} \sum_1^n C_n = \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} ; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right)$.

IV.4.- Demostración de que la fórmula del Capital Máximo es correcta sea cual fuere el número de unidades de un sistema.

Partimos de la fórmula del Capital Máximo $\text{Max} \sum_1^n C_n = \text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} ; \frac{Su_s - K_s}{(1+i_{rf})} \right)$

También partimos de los valores de los valores de las dos unidades cuando el capital es máximo, que son:

- $S_1 = 0$; $Su_1 = \text{Min} (K_s - Sd_s; Su_s - S_s(1 + i_{rf}))$; $Sd_1 = 0$; $K_1 = Su_1$
- $S_2 = S_s$; $Su_2 = \text{Max} (Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1 + i_{rf}))$; $Sd_2 = Sd_s$; $K_2 = \text{Max}(Sd_s; K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf}))$

Supongamos que cada una de esas dos unidades representan dos subsistemas, a su vez compuestos por dos unidades.

Las dos unidades del subsistema 1 tendrá como valor de su activo el valor cero, por lo que su capital máximo será también cero: $C_{1,1} = 0$ y $C_{1,2} = 0$

Si aplicamos la fórmula del Capital Máximo a las dos unidades que componen el subsistema 2, el resultado es el siguiente:

$$\text{Max} \sum_1^2 C_n = \text{Min} \left(\frac{S_2(1+i_{rf}) - Sd_2}{(1+i_{rf})} ; \frac{Su_2 - K_2}{(1+i_{rf})} \right) =$$

$$\text{Min} \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - Sd_s}{(1+i_{rf})} ; \frac{\text{Max}(Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1+i_{rf})) - \text{Max}(Sd_s; K_s - Su_s + S_s(1+i_{rf}))}{(1+i_{rf})} \right)$$

Analizamos el segundo término que llamaremos

$$W = \frac{\text{Max}(Su_s - K_s + Sd_s; S_s(1+i_{rf})) - \text{Max}(Sd_s; K_s - Su_s + S_s(1+i_{rf}))}{(1+i_{rf})}$$

A priori, pueden darse 4 casos:

- Caso 1: $Su_s - K_s + Sd_s > S_s(1 + i_{rf})$ y $Sd_s < K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf})$. Este caso supone que tiene que cumplirse simultáneamente que $Su_s - K_s + >$

$S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$ y que $Su_s - K_s + < S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$, luego es un caso imposible.

- Caso 2: $Su_s - K_s + Sd_s > S_s(1 + i_{rf})$ y $Sd_s > K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf})$. Este caso supone que tiene que cumplirse sólo que $Su_s - K_s + > S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$, luego es un caso posible. En este caso, $W = \frac{Su_s - K_s}{(1 + i_{rf})}$
- Caso 3: $Su_s - K_s + Sd_s < S_s(1 + i_{rf})$ y $Sd_s < K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf})$. Este caso supone que tiene que cumplirse sólo que $Su_s - K_s + < S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$, luego es un caso posible. En este caso, $W = \frac{Su_s - K_s}{(1 + i_{rf})}$.
- Caso 4: $Su_s - K_s + Sd_s < S_s(1 + i_{rf})$ y $Sd_s > K_s - Su_s + S_s(1 + i_{rf})$. Este caso supone que tiene que cumplirse simultáneamente que $Su_s - K_s + < S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$ y que $Su_s - K_s + > S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s$, luego es un caso imposible.

Por ello, $W = \frac{Su_s - K_s}{(1 + i_{rf})}$.

Así, el Capital Máximo de un sistema de cuatro unidades será la suma del capital del subsistema 1 que es cero, más el capital del subsistema 2 que es $CM_{ax_2} = \text{Min} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - Sd_s}{(1 + i_{rf})} ; \frac{Su_s - K_s}{(1 + i_{rf})} \right) = \text{Max} \sum_1^n C_n$. Es decir, coincide con la fórmula de Capital Máximo del sistema.

Por ello, podemos decir que el Capital Máximo para un sistema compuesto por 4 unidades sería el mismo que para un sistema compuesto por 2 unidades.

Lo mismo sucede si elevamos el número de unidades que componen un sistema.

Se puede concluir que la fórmula del Capital Máximo se cumple cualquiera que sea el número de unidades que componen el sistema.

ANEXO V. DEMOSTRACIÓN DE LA PROPOSICIÓN 4.

V.1.- Deducción de la fórmula del Capital Mínimo.

Partimos de las condiciones de las conclusiones obtenidas en relación a los puntos estacionarios del Anexo IV. Si la condición $\frac{Su_2 - K_2}{(1+i_{rf})S_2} = \frac{(Su_s - K_s)}{((1+i_{rf})S_s)}$ define un máximo de la función Cs en el intervalo de la gestión eficiente de riesgos no puede definir un punto mínimo, con lo que suponemos que el mínimo de la función se encuentra en los límites de tal intervalo.

También partimos de la primera fórmula básica: $C = \left(\frac{Su - K}{Su - S_d}\right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})}\right)$ y de las seis condiciones antes citadas. Los casos extremos, como el que nos ocupa se producen, cuando la disparidad de tamaños de las unidades del sistema es la mayor. Así, suponemos que una de las dos unidades del sistema posee prácticamente todos los activos del sistema. Así suponemos que $S_1 = 0$ y $S_2 = S_c$. A fin de hacer el capital del sistema lo más pequeño posible, concentramos todo el valor de Su en la unidad 1 cuyo capital va a ser cero, ya que el valor del activo es cero. Por aplicación de las condiciones $Su \geq S(1+i_{rf}) \geq S_d$, llegamos a que el valor mínimo de $Su_2 = S_2(1+i_{rf}) = S_s(1+i_{rf})$. Por tanto, como $Su_s = Su_1 + Su_2$, entonces $Su_1 = Su_s - S_2(1+i_{rf}) = Su_s - S_s(1+i_{rf})$.

Por otro lado, ya que $S_1 = 0$, entonces $Sd_1 = 0$, por aplicación de la condición $Su \geq S(1+i_{rf}) \geq S_d$. Por tanto, como $Sd_s = Sd_1 + Sd_2$, entonces $Sd_2 = Sd_s$.

Para minimizar el capital de la unidad 2, su apalancamiento tendrá que ser el máximo posible, por lo que por aplicación de las condiciones $Su \geq C(1+i_{rf}) + K \geq S_d$, antes vistas, el valor de K_2 deberá ser $K_2 = Su_2$. Por ello, ser $K_1 = K_s - Su_2 = K_s - S_2(1+i_{rf}) = K_s - S_s(1+i_{rf})$.

El problema es que si $K_s < S_s(1+i_{rf})$ entonces $K_1 < 0$, lo cual resulta absurdo. Por ello, $K_1 = \text{Max}(K_s - S_s(1+i_{rf}); 0)$ y $K_2 = K_s - \text{Max}(K_s - S_s(1+i_{rf}); 0) = \text{Min}(S_s(1+i_{rf}); K_s)$.

Resumiendo lo anterior, la suma de los capitales del sistema será máxima cuando los valores de las unidades del sistema sean:

$$S_1 = 0; Su_1 = Su_s - S_s(1+i_{rf}); Sd_1 \approx 0; K_1 = \text{Max}(K_s - S_s(1+i_{rf}); 0) .$$
$$S_2 = S_s; Su_2 = S_s(1+i_{rf}); Sd_2 \approx Sd_s; K_2 = \text{Min}(S_s(1+i_{rf}); K_s) .$$

Por ello, sustituyendo en la primera fórmula básica $C = \left(\frac{S_u - K}{S_u - S_d} \right) x \left(S - \frac{S_d}{(1+i_{rf})} \right)$, tendremos que:

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = \left(\frac{S_s(1+i_{rf}) - \text{Min}(S_s(1+i_{rf}); K_s)}{S_s(1+i_{rf}) - S_d_s} \right) x \left(S_s - \frac{S_d_s}{(1+i_{rf})} \right) = \text{Max} \left(\frac{(S_s(1+i_{rf}) - K_s)}{(1+i_{rf})}; 0 \right)$$

También en este caso, puede demostrarse que esto es así independientemente del número de unidades que formen el sistema. Es decir, resulta aplicable no sólo a los sistemas de dos unidades, sino a todos los sistemas. La demostración se basa en que:

- El valor de C_1 es siempre cercano a cero, debido a que $S - S_d$ de la unidad 2 es cercano a cero.
- Si descomponemos la unidad 1 dos unidades, es decir, la consideramos como una unidad consolidada cada una de las dos unidades que componen el subsistema serán idénticas a las unidades 1 y 2.

Por lo tanto, el capital mínimo de un sistema de unidades financiadas será:

$$\text{Min} \sum_1^n C_n = \text{Max} \left(\frac{(S_s(1+i_{rf}) - K_s)}{(1+i_{rf})}; 0 \right)$$

V.2.- Demostración de que la fórmula del Capital Mínimo es correcta sea cual fuere el número de unidades de un sistema.

Partimos de la fórmula del Capital Mínimo

$$\text{Min} \sum_1^n C_n = \text{Max} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - K_s}{(1 + i_{rf})}; 0 \right)$$

También partimos de los valores de los valores de las dos unidades cuando el capital es mínimo, que son:

- Unidad 1: $S_1 = 0$; $Su_1 = Su_s - S_s(1 + i_{rf})$; $Sd_1 = 0$; $K_1 = \text{Max}(K_s - S_s(1 + i_{rf}); 0)$.
- Unidad 2: $S_2 = S_s$; $Su_2 = S_s(1 + i_{rf})$; $Sd_2 = Sd_s$; $K_2 = \text{Min}(S_s(1 + i_{rf}); K_s)$.

Supongamos que cada una de esas dos unidades representan dos subsistemas, a su vez compuestos por dos unidades.

Las dos unidades del subsistema 1 tendrá como valor de su activo el valor cero, por lo que su capital mínimo será también cero: $C_{1.1} = 0$ y $C_{1.2} = 0$

Si aplicamos la fórmula del Capital Mínimo a las dos unidades que componen el subsistema 2, el resultado es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Min} \sum_1^n C_n &= \text{Max} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - K_s}{(1 + i_{rf})}; 0 \right) \\ &= \text{Max} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - \text{Min}(S_s(1 + i_{rf}); K_s)}{(1 + i_{rf})}; 0 \right) \\ &= \text{Max} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - K_s}{(1 + i_{rf})}; 0 \right) \end{aligned}$$

Así, el Capital Mínimo de un sistema de cuatro unidades será la suma del capital del subsistema 1 que es cero, más el capital del subsistema 2 que es $\text{Min} \sum_1^n C_n = \text{Max} \left(\frac{S_s(1 + i_{rf}) - K_s}{(1 + i_{rf})}; 0 \right)$.

Por ello, podemos decir que el Capital Mínimo para un sistema compuesto por 4 unidades sería el mismo que para un sistema compuesto por 2 unidades.

Lo mismo sucede si elevamos el número de unidades que componen un sistema.

Se puede concluir que la fórmula del Capital Mínimo se cumple cualquiera que sea el número de unidades que componen el sistema.

Por último, consecuencia de lo visto en el Anexo IV y Anexo V una aproximación gráfica en dos dimensiones a los máximos y mínimos de la función Cs podría ser la siguiente.

