Departamento de Estudios Especiales y
Valoración de Riesgo

Nota técnica N°1

NT-2001-01

Duración, Convexidad e Inmunización de Portafolios de Inversiones

Rodrigo Matarrita Venegas

Abril del 2001

Clasificación JEL: G10
Clave: Administración Inversiones, Riesgos financieros

DURACIÓN, CONVEXIDAD E INMUNIZACIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIONES

1.

El riesgo de variación en las tasas de interés presenta un reto para todo administrador de un portafolio de inversiones; en particular la necesidad de generar cobertura intrínsecas que le permitan minimizar el impacto de cambios no deseados en los rendimientos de su cartera de inversiones.

Las variaciones en las tasas de interés de mercado van a estar generando dos tipos de cambios en el escenario empleado por un administrador de cartera. Por una parte, se van a estar viendo alterados los valores actuales de los activos financieros que conforman el portafolio y, por otro lado, se van a estar viendo modificadas las posibilidades de reinversión de los flujos que son liberados por los activos que conforman el portafolio.

De esta manera, una variación en las tasas de interés va a estar generando una alteración en el valor actual de la cartera de inversiones en forma inversa al movimiento de las tasas de interés; de forma que, si las tasas de interés que se utilizan para descontar los flujos suben, el valor actual de las inversiones caerá.

Pero, en forma simultánea, ante la misma elevación de las tasas de interés, la posibilidades de reinversión de los flujos se van a ver incrementadas, lo que genera un cambio en sentido contrario ante un mismo evento: si suben las tasas, decae el valor actual de las inversiones y aumentan las posibilidades de reinversión de los flujos, lo que permite a un hábil administrador, compensar tales efectos contrapuestos que genera la variación en las tasas de interés.

2.

Es posible determinar el impacto que se espera en el valor actual de un activo ante la variación en las tasas de descuento. Partiendo de que:

$$VA = f(i, VF, t, r) = \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+r)^t} \qquad [1]$$

Donde,

- i: Tasa de interés facial;
- VF: Valor Facial de la inversión
- t: tiempo; y,
- r: tasa de descuento

De manera que puede aproximarse el cambio en el valor actual ante cambios en la tasa de descuento de la siguiente forma:

$$f_r^{'} = \frac{\partial f(i,VF,t,r)}{\partial r} = \frac{\partial \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+r)^t}}{\partial r} = \frac{\partial \left[\sum_{t=1}^{n} (1+r)^{-t} \times FC_t \right]}{\partial r} \qquad [2]$$

$$\frac{\partial f}{\partial r} = \sum_{t=1}^{n} -t(1+r)^{-(t+1)} \times FC_t < 0; \forall VF, i, t \qquad [3]$$

O, lo que es lo mismo:

$$\frac{\partial f}{\partial r} = \frac{-1}{(1+r)} \sum_{t=1}^{n} \frac{t \times FC_t}{(1+r)^t} \qquad [4]$$

De manera que el cambio porcentual en el valor actual sería:

$$\Delta\% VA = \frac{\frac{-1}{(1+r)} \sum_{t=1}^{n} \frac{t \times FC_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+r)^t}} = D^* \qquad [5]$$

Que corresponde al cálculo de la “*Duración”.* La Duración viene a ser, entonces, una medida del cambio proporcional que se espera en el Valor Actual ante el cambio de un 1% en las tasas de descuento[1].

Este concepto de duración puede ser interpretado de dos maneras:

1° Es el período medio de recuperación en términos de valor actual[2].

2° Es una medida del grado de sensibilidad o respuesta que tiene el precio de un activo financiero ante cambios en las tasas de descuento empleadas[3].

---

1 Esta formulación corresponde al concepto de la “*duración modificada*” o “*sensibilidad*” o *“volatilidad*” del precio de un activo financiero ante cambios en la tasa de descuento. En concepto primario de la duración no considera el ajuste por [1/(1+r)].

2 En este sentido es importante señalar que este concepto difiere del comúnmente empleado Período de Recuperación de la Inversión (PRI), en donde se contrasta la suma de los flujos acumulados por un proyecto con la inversión inicial para determinar en qué momento se recobra la inversión hecha. En el sentido que aquí se emplea, la suma que se hace es la de los flujos descontados, es decir, “*traídos a valor presente*”.

3 Esto no es otra cosa que una “*elasticidad del valor actual a la tasa de descuento*”.

En cualquiera de los casos una alta duración se visualiza como un indicador de riesgo: ya sea que se tarde mucho en lograr una recuperación de la inversión en términos de valor actual o que se vea como una alta sensibilidad del valor actual ante variaciones en la tasa de descuento.

Tal como lo definió F. Macaulay (1938)[4], *"...la duración es un número único para cada bono que resume todos los factores que afectan la sensibilidad del precio del bono ante cambios en la tasa de interés...".* La duración depende de tres variables fundamentales:

- Tiempo hasta el vencimiento.
- La tasa de cupón.
- Rendimiento al vencimiento.

Para agregar las duraciones de los activos (calculadas como en [4] o [5]), debe realizarse un proceso previo. Y es que las duraciones así calculadas no están exentas de la frecuencia en que se verifican los flujos. El resultado obtenido en [4] y en [5] será un número de períodos, los cuales se verán afectados por la frecuencia en que se verifiquen los pagos; en dado caso, deben "anualizarse" para luego poder agregarse y obtener una duración de la cartera.

Para anualizar la duración de un activo se divide la duración de tal activo entre la frecuencia (periodicidad) de pago:

$$D_{anualiz.} = \frac{D_i}{p} \qquad [6]$$

Donde *p* es la periodicidad.

Obtenidas las periodicidades de los activos que conforman la cartera, tales pueden sumarse, en forma ponderada para obtener la duración promedio del portafolio:

$$D_{Portaf.} = \sum_{i=1}^{n} w_i \times D_i \qquad [7]$$

Por otra parte, dado que la duración es una medida de elasticidad, puede utilizarse para aproximar el cambio absoluto en el valor de un activo financiero (o de una cartera de inversiones) sin necesidad de recalcular nuevamente dicho valor actual ante el cambio en las tasas de descuento.

La ecuación de duración calcula el valor actual de cada uno de los flujos de efectivo y pondera cada uno por el tiempo hasta que se reciba. Todos estos flujos de efectivo ponderados se suman y la suma se divide entre el precio o valor actual del bono.

Existe otra manera de expresar el concepto de duración como el negativo de la elasticidad-precio del bono con relación a un cambio en el factor de descuento (1+r). Así, se tendría la siguiente expresión:

---

4 *Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rates, Bond Yields, and Stock Prices in the United States Since 1856,* (New York: National Bureau of Economic Research, 1938). Citado por Cascante, 1996.

$$D = -\frac{\Delta VM \big/ VM}{\Delta(1+r) \big/ (1+r)} \qquad [8]$$

Siendo fundamentalmente una medida de elasticidad, la duración da una medida sencilla de la forma en la cual el precio del bono varía por un cambio en el factor de descuento (1+r). Replanteando la ecuación anterior se tiene que:

$$\Delta VM = -D \times VM \times \left[\Delta(1+r) \big/ (1+r) \right] \qquad [9]$$

Gran parte de la importancia de la duración proviene del hecho de que brinda una medida sumaria conveniente de las tres variables fundamentales que determinan los movimientos en el precio del bono: la tasa de cupón, el vencimiento del bono y el nivel de tasas de interés. Esto significa que los inversionistas en bonos pueden comparar la sensibilidad al movimiento de los precios de diferentes bonos simplemente comparando sus duraciones. Para ver más claramente lo anterior se puede analizar el siguiente ejemplo, que ha sido tomado de Cascante (1996).

Ejemplo

Supongamos la existencia de los bonos A y B, que tienen las siguientes características. Supongamos, además, que la tasa de rendimiento de mercado es del 8%.

	BONO A	BONO B
Valor Facial	$ 1000	$ 1000
Vencimiento	10 años	10 años
Tasa Facial	4%	8%

En el siguiente cuadro, se calculan los resultados de la duración de cada bono de acuerdo con los datos del problema.

CUADRO 1
CÁLCULO DE LA DURACIÓN PARA LOS BONOS A Y B

BONO –A-

(1) AÑO	(2) Flujo de Caja	(3) Valor Presente al 8%	(4) Valor Presente de los Flujos	(5) Valor Presente (% del Precio)	(6) (1)×(5)
1	$ 40	0,9259	$ 37,04	0,0506	0,0506
2	$ 40	0,8573	34,29	0,0469	0,0938
3	$ 40	0,7938	31,75	0,0434	0,1302
4	$ 40	0,7350	29,40	0,0402	0,1608
5	$ 40	0,6806	27,22	0,0372	0,1860
6	$ 40	0,6302	25,21	0,0345	0,2070
7	$ 40	0,5835	23,34	0,0319	0,2233
8	$ 40	0,5403	21,61	0,0295	0,2360
9	$ 40	0,5002	20,01	0,0274	0,2466
10	$ 1040	0,4632	481,73	0,6585	6,5850
SUMA			**$ 731,58**	**1,0000**	**8,1193[a]**

[a] Duración = 8,12 años.

BONO –B-

(1) AÑO	(2) Flujo de Caja	(3) Valor Presente al 8%	(4) Valor Presente de los Flujos	(5) Valor Presente (% del Precio)	(6) (1)×(5)
1	$ 80	0,9259	74,07	0,0741	0,0741
2	$ 80	0,8573	68,59	0,0686	0,1372
3	$ 80	0,7938	63,50	0,0635	0,1906
4	$ 80	0,7350	58,80	0,0588	0,1906
5	$ 80	0,6806	54,44	0,0544	0,2720
6	$ 80	0,6302	50,42	0,0504	0,3024
7	$ 80	0,5835	46,68	0,0467	0,3269
8	$ 80	0,5403	43,22	0,0432	0,3456
9	$ 80	0,5002	40,02	0,0400	0,3600
10	$ 1080	0,4632	500,26	0,5003	5,0030
SUMA			**$ 1000,00**	**1,0000**	**7,2470[b]**

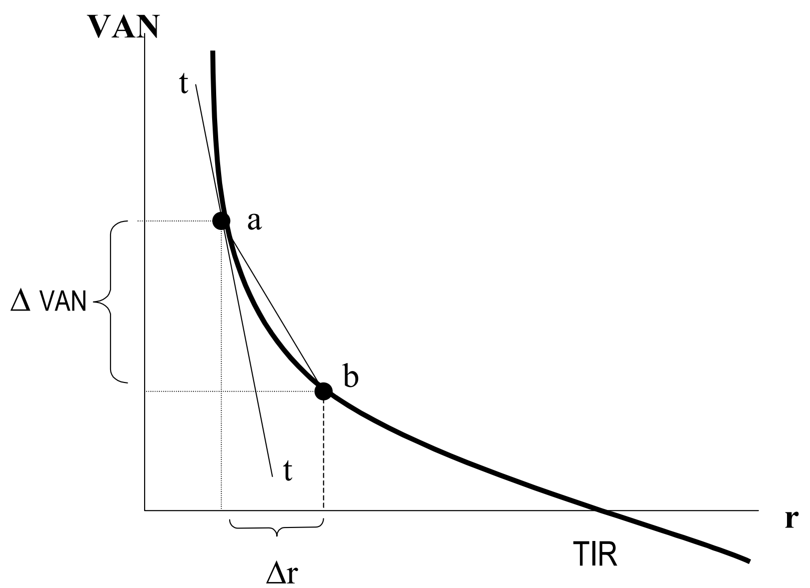
[a] Duración = 7,25 años.

Observando este ejemplo, se pueden encontrar algunas características de la duración[5]:

- Cuando un bono tiene cupones, la duración tiende a ser menor que el plazo de maduración ya que la duración es un promedio ponderado de tiempo en la recuperación de principal e intereses.
- Se observa que los bonos con tasas faciales mayores tienen duraciones menores debido al efecto de los montos de los cupones en el cálculo de este indicador.
- Un bono que no tenga cupones (bono de descuento puro) tiene una duración igual al plazo de vencimiento, debido a que sólo existe un único flujo al final del período de inversión.
- Existe generalmente una relación positiva entre el plazo de maduración y la duración de un bono. Sin embargo, todo depende de la tasa facial y el rendimiento vigente en el mercado.
- Entre mayor sea el rendimiento de mercado, menor será la duración del bono.

El cálculo de la Duración según supone la ecuación [8] no considera el ajuste de [1/(1+r)], contenido en la ecuación [5]. Cuando se hace este ajuste se denomina al cálculo la determinación de la “duración modificada” o “sensibilidad”; esto por cuanto, la relación inversa entre el valor actual y la variación de las tasas de interés no es, necesariamente, lineal.

Por ejemplo, si las tasas de interés tienen una variación de Δr, el valor actual neto (VAN) descenderá en Δ VAN, al pasar del punto “a” al punto “b”. La duración, tal como se ha expuesto calcula esta variación por medio tangente de la recta “ab”, es decir el cociente de Δ VAN/ Δr.



Sin embargo, la verdadera “sensibilidad” debe ser calculada en forma marginal, es decir, la tangente de la pendiente en el punto a (la recta “tt”); para ello se estima una aproximación por medio de la fórmula:[5][6].

---

[5] Tomado de Cascante (1996)

[6] Se dice que se aproxima porque se parte de una función discreta, como la definida en [1].

3.

[7]Tanto en el caso de la duración, como de la duración modificada o volatilidad, el resultado supone un cambio lineal, cuando en realidad, el comportamiento del valor actual con respecto a las tasas de descuento tiende a ser descrito por la curva convexa que aparece en la gráfica. En otras palabras, el cambio en el valor actual neto no es igual si sube o si baja la tasa de interés de descuento. Para corregir este problema se ha establecido una medida de convexidad y un correspondiente factor de corrección. La convexidad vendría dada por:

$$Cnx = \frac{\sum_{t=1}^{n} t^2 \times \frac{FC_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+r)^t}} \qquad [10]$$

Este valor debe ser ajustado para poder incorporar el cambio en las tasas de descuento de manera que pueda calcularse el cambio en el valor actual de las inversiones consideradas; para ello se emplea un "*coeficiente de corrección de la convexidad*" que viene dado por:

$$CCC = \frac{1}{2} \times Cnx \times (\Delta\% r)^2 \times 100 \qquad [11]$$

De manera que el efecto final en el precio será el cambio calculado por medio de la duración más el coeficiente de corrección por convexidad:

$$\Delta PF = \Delta P + CCC \qquad [12]$$

Ejemplo.

Supongamos la existencia de un bono cuyo valor facial es de $100, su tasa de interés nominal es de 10%; el plazo de inversión es de 10 años y en el mercado la tasa de descuento es de 10%, pero aumenta en dos puntos porcentuales (2%). La siguiente tabla recoge los resultados del cálculo del valor actual, la duración, volatilidad y convexidad:

[7] Tomado de Matarrita (2000)

CUADRO 2
CÁLCULO DE VALOR ACTUAL, DURACIÓN, VOLATILIDAD Y CONVEXIDAD

Período	Flujo de Caja	Flujo de Caja Descontado	Cálculo de Duración	Cálculo de Convexidad
1	10	9.09	9.09	9.09
2	10	8.26	16.53	33.06
3	10	7.51	22.54	67.62
4	10	6.83	27.32	109.28
5	10	6.21	31.05	155.23
6	10	5.64	33.87	203.21
7	10	5.13	35.92	251.45
8	10	4.67	37.32	398.56
9	10	4.24	38.170	343.52
10	110	42.41	424.10	4,240.98
Valor Actual		**100.00**		
Duración			**6.76**	
Volatilidad			**6.14**	
Convexidad				**57.12**

Al aumentar las tasas de descuento de 10% a 12%; aplicando la fórmula [15], se tendría que el cambio esperado en el precio sería de –12.29, pues:

$$\Delta P = -6.5759 \times \frac{(0.02)}{1.10} \times 100 = -12.29$$

Este cambio de $12.29 se habría registrado, independientemente si la tasa sube o baja; sin embargo, como se ha visto, la existencia de convexidad en la curva del valor actual obliga a considerar que no es lo mismo si las tasas suben o bajan. En este caso el coeficiente de corrección por convexidad será de:

$$\text{CCC} = (1/2) \text{ x } 57.12 \text{ x } (2\%)^2 \text{ x } 100 = \$1.14$$

De esta manera, si las tasas de interés suben el cambio final en el precio será -$12.29 + $1.14 = -$11.15; si las tasas de interés bajan el cambio en el precio sería de $12.29 + $1.14 = $13.43.

4.

Algunos inversionistas, lejos de preferir maximizar el retorno de un portafolio de bonos a través de cambios en la duración del mismo, prefieren asegurarse una rentabilidad específica para un período de inversión predeterminado.

Por ejemplo, puede que un inversionista esté deseoso de obtener un retorno del 10% anual por los próximos 5 años. Cuando se presenta esta situación, se dice que nuestro inversionista desea inmunizar su portafolio. En este sentido, el inversionista está dispuesto a inmunizar su portafolio de cambios en la tasa de interés.

Del apartado anterior, se observa que si se presentan incrementos en el nivel de mercado de las tasas de interés, por un lado se tiene que el precio al final se encuentre por debajo de las expectativas que se tenían originalmente, pero ahora los flujos de caja provenientes de cupones pueden ser ahora reinvertidos a tasas de interés más altas. Es decir, en el caso de una subida en las tasas de interés por el lado del riesgo de precio se tendría una riqueza menor, pero por el lado del riesgo de reinversión de cupones, la riqueza final tiende a ser mayor. Lo contrario se presenta cuando las tasas de interés tienden a caer.

Por lo tanto, el administrador de una cartera de bonos tenderá a eliminar estos dos riesgos derivados de cambios en las tasas de interés. La eliminación de estos dos riesgos es lo que se conoce como inmunización[8]. El supuesto esencial para poder inmunizar un portafolio de bonos es que si las tasas de interés cambian, el cambio referido debe ser el mismo para todas las tasas futuras. Dicho de una manera más técnica, si las tasas de interés "*forward*" cambian, todas las tasas deben cambiar en la misma cuantía.

Fisher y Weil (1971) manifiestan que, dado el cumplimiento de este supuesto, un portafolio de bonos estará inmunizado del riesgo de la tasa de interés si la duración del portafolio es igual al horizonte deseado de inversión. Así, por ejemplo, si el período deseado de tenencia de un portafolio de bonos es de 8 años, para inmunizar el portafolio, la duración de dicha cartera debe ser de 8 años. Debe destacarse que en años posteriores se demostró que en una cartera inmunizada los riesgos de reinversión de cupones y el riesgo de precio tienen la misma magnitud, pero con signo contrario[9].

Para ello debe considerarse que el horizonte de inversión (**H**) debe ser igual al promedio ponderado de las duraciones de los activos del portafolio por el peso relativo que tienen dentro de la cartera, de la siguiente manera:

$$H = D_P = \sum_{j=1}^{n} w_j \times D_j \qquad [13]$$

Aquí D_j es la duración del activo j, expresada en términos anuales.

En el ejemplo presentado anteriormente, se ha supuesto que las tasas de interés cambiaron en la misma cantidad para los distintos vencimientos. Este supuesto no necesariamente se cumple en la realidad, por lo que la inmunización variará constantemente en la administración de una cartera.

---

8 Los primeros autores en utilizar el concepto de *inmunización* fueron Lawrence Fisher y Roman Weil en su artículo famoso, "Coping with Risk of Interest Rate Fluctuations: Returns to Bond-holders from Naive and Optimal Strategies", *Journal of Business* 44, N° 4 (Octubre 1971), págs. 408-431. Citado por Cascante (1996)

9 Estas verificaciones se pueden encontrar en G.O. Bierwag y G. Kaufman, "Coping with the Risk of Interest Rate Fluctuations: A Note", en *Journal of Business* 50, No. 3 (Julio 1977), págs. 364-370 y G.O. Bierwag, "*Immunization, Duration and the Term Structure of Interest Rates*", en *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 12, No. 5 (Diciembre 1977), págs. 725-742. Citado por Cascante (1996).

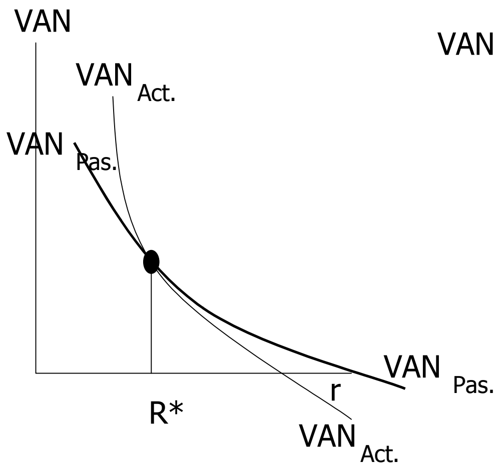
La medida de duración utilizada a lo largo del análisis se conoce como duración Macauley. Hay otras medidas de duración más complicadas que pueden inmunizar una cartera cuando las curvas de rendimiento cambian de forma no paralela. No obstante, para cualquier medida de duración en particular, existe algún posible cambio en la curva de rendimiento que interferirá con la inmunización[10].

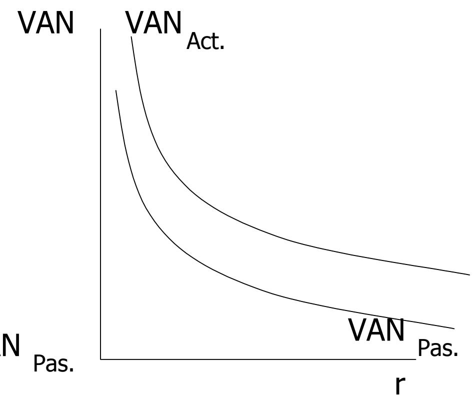
El ejercicio de inmunización financiera se ha planteado, hasta aquí como la igualación entre el horizonte de inversión y la duración promedio del portafolio, lo cual asegurará que el portafolio no será afecto a los riesgos provenientes de las variaciones en las tasas de interés. Sin embargo esta es una estrategia que podríamos denominar "*pasiva*".

El administrador podría, además de tener control de la composición de la cartera de inversiones, tener control de la forma de financiamiento, es decir de la cartera de pasivos. Si estos pasivos son sensibles a las variaciones en las tasas de interés; el riesgo proveniente de la variación de estas en el mercado no solamente afectará la cartera de inversiones, sino también la de pasivos, lo que podría devenir en cambios en la posición patrimonial, toda vez que cambios en las tasas de interés incidan positivamente en los pasivos (haciéndolos crecer) y negativamente en los activos (haciéndolos decrecer).

Por ejemplo, en la siguiente gráfica (a la izquierda) se muestra el comportamiento de los valores actuales netos de los pasivos y los activos de una empresa. Como se aprecia, cuando las tasas de mercado son relativamente bajas, el valor actual de los activos tiende a crecer en tanto que el de los activos decrece, hasta llegar a una tasa (R*) en donde se muestra en nivel mínimo de ganancias. A partir de este punto si la tasa de interés de mercado continua aumentando, el valor actual de los pasivos crecerá a un ritmo mayor que el de los activos y la empresa incurrirá en pérdidas.

Desde este punto de vista, lo que debería procurar el administrador es la posibilidad de establecer una relación como la que muestra la gráfica de la derecha, en donde, independientemente del nivel de las tasas de interés que se registren en el mercado, la compañía no verá afectada su posición patrimonial por efecto de las variaciones en las tasas de interés.





10 Para más información sobre la duración se puede consultar, "Coping with the Risk of Interest Rate Fluctuations: A Note", de G.O. Bierwag y G. Kafmna, en *Journal of Business*, julio de 1977, págs. 364-370 y "Measures of Duration", de G.O. Bierwag, en *Economic Inquiry*, octubre de 1978, págs. 497-507. Citado por Cascante (1996).

Para lograr esta situación de inmunización financiera (que las variaciones en las tasas de interés no afecten la posición patrimonial) debe establecerse la siguiente ecuación de balance:

$$D_{ACT} \times VA_{ACT} = D_{PAS} \times VA_{PAS} \qquad [14]$$

de donde se pueden derivar una serie de condiciones que le pueden permitir al administrador establecer estrategias de administración en virtud de la variable de mayor flexibilidad de que disponga, por ejemplo:

$$D_{ACT} = D_{PAS} \times \frac{VA_{PAS}}{VA_{ACT}} \qquad [14.a.]$$

$$D_{PAS} = D_{ACT} \times \frac{VA_{ACT}}{VA_{PAS}} \qquad [14.b.]$$

Justamente, una aplicación de la anterior estrategia se encuentra en la nueva definición del modelo para juzgar la situación financiera que aplicará la SUGEF a los intermediarios, por medio del modelo denominado **CAMELS** (**C**apital, **A**ctivos, **M**anejo, **E**valuación de rendimientos, **L**iquidez y **S**ensibilidad ante variables de mercado).

En el último de los aspectos a estudiarse, la sensibilidad ante los riesgos de variación en las tasas de interés se medirá de la siguiente forma:

$$\delta = \frac{\left| D_{ASTI} - \left(D_{PSTJI} \times \frac{PSTI}{ASTI} \right) \right|}{1 + TBP_{6m}} \times \hat{\tau} \qquad [15]$$

Donde δ es la medición del riesgo de variación en las tasas de interés, D_{ASTI} es la duración de los activos sensibles a variaciones de las tasas de interés, D_{PSTI}, es la duración de los pasivos sensibles a las variaciones de las tasas de interés; TBP_{6m} es la tasa básica pasiva a seis meses y τ es la tasa de variación máxima potencial esperada de la tasa básica pasiva.

Obsérvese que en caso de cumplirse lo propuesto en la ecuación [14], el valor absoluto comprendido en el numerador de la ecuación [15] sería cero y por tanto $\delta = 0$, lo que daría una excelente calificación de riesgo al intermediario en este indicador.

Referencias Bibliográficas

Cascante, Javier (1996); "*Valoración de Activos de Renta Fija*". Material didáctico para el curso homónimo en el Programa Profesional en Mercado de Valores. FUNDEPOS. San José, Costa Rica. Mimeo.

Matarrita, Rodrigo (2000); "*Administración de Recursos Financieros*". Material de apoyo para un seminario homónimo promovido por Deloitte & Touche. Mimeo.

ANEXO 1

Ejemplo del Cálculo de Duración para un Portafolio Ficticio

Nº Título	Plazo	Monto	w_i	Tasa Facial	Periodicidad	Rendimiento de Mercado	Duración	Duración Anualizada
1	390	10.000.000	1,90	24,0	4	20,5	4,48	1,12
2	2.570	250.000.000	47,53	27,5	3	25,0	10,59	3,53
3	25	125.000.000	23,76	20,0	2	12,5	1,00	0,07
4	3.890	3.500.000	0,67	26,0	4	27,5	34,08	8,52
5	560	36.000.000	6,84	28,0	4	22,8	5,81	1,45
6	732	89.000.000	16,92	31,5	2	23,8	3,89	1,94
7	89	12.500.000	2,38	20,5	3	15,3	1,00	0,25
Suma		**526.000.000**	**100,00**					2,21

ANEXO 2

Cálculo de Duración para los activos en forma individual

Título 1

Monto	10.000.000
Plazo	390
Tasa Facial	0,24
Periodicidad	4
Rend. Mercd.	0,205
TEA	0,221304719

N° Flujos	Días al Vencimiento	Monto del Flujo	Factor de Descuento	Flujo Descontado	Cálculo de Duración
1	30	600.000	0,9834780	590.086,82	590.086,82
2	120	600.000	0,9355320	561.319,21	1.122.638,42
3	210	600.000	0,8899234	533.954,06	1.601.862,19
4	300	600.000	0,8465383	507.923,01	2.031.692,04
5	390	10.600.000	0,8052683	8.535.844,48	42.679.222,40
SUMA				**10.729.127,58**	**48.025.501,87**
Duración					**4,48**
D.Anualizada					**1,12**

Título 2

Monto	250.000.000
Plazo	390
Tasa Facial	0,275
Periodicidad	3
Rend. Mercd.	0,25
TEA	0,271412037

N° Flujos	Días al Vencimiento	Monto del Flujo	Factor de Descuento	Flujo Descontado	Cálculo de Duración
1	50	22.916.667	0,9671989	22.164.974,54	22.164.974,54
2	170	22.916.667	0,8927990	20.459.976,50	40.919.953,00
3	290	22.916.667	0,8241221	18.886.132,16	56.658.396,47
4	410	22.916.667	0,7607281	17.433.352,76	69.733.411,03
5	530	22.916.667	0,7022106	16.092.325,62	80.461.628,12
6	650	22.916.667	0,6481944	14.854.454,42	89.126.726,53
7	770	22.916.667	0,5983333	13.711.804,08	95.982.628,57
8	890	22.916.667	0,5523076	12.657.049,92	101.256.399,37
9	1010	22.916.667	0,5098224	11.683.430,70	105.150.876,27
10	1130	22.916.667	0,4706053	10.784.705,26	107.847.052,58
11	1250	22.916.667	0,4344049	9.955.112,55	109.506.238,01
12	1370	22.916.667	0,4009891	9.189.334,66	110.272.015,90
13	1490	22.916.667	0,3701438	8.482.462,76	110.272.015,90
14	1610	22.916.667	0,3416712	7.829.965,63	109.619.518,76
15	1730	22.916.667	0,3153888	7.227.660,58	108.414.908,66
16	1850	22.916.667	0,2911281	6.671.686,69	106.746.986,99
17	1970	22.916.667	0,2687337	6.158.480,02	104.694.160,32
18	2090	22.916.667	0,2480619	5.684.750,79	102.325.514,16
19	2210	22.916.667	0,2289802	5.247.462,26	99.701.783,03
20	2330	22.916.667	0,2113663	4.843.811,32	96.876.226,42
21	2450	22.916.667	0,1951074	4.471.210,45	93.895.419,46
22	2570	272.916.667	0,1800991	49.152.047,75	1.081.345.050,43
SUMA				**283.642.191,40**	**3.002.971.884,52**
Duración					**10,59**
D.Anualizada					**3,53**

Título 3

Monto	125.000.000	
Plazo	25	
Tasa Facial	0,2	
Periodicidad	2	14,4
Rend. Mercd.	0,125	
TEA	0,13253738	

N° Flujos	**Días al Vencimiento**	**Monto del Flujo**	**Factor de Descuento**	**Flujo Descontado**	**Cálculo de Duración**
1	25	137.500.000	0,9913941	136.316.695,35	136.316.695,35
SUMA				**136.316.695,35**	**136.316.695,35**
Duración					**1,00**
D.Anualizada					**0,07**

Título 4

Monto	3.500.000
Plazo	3.890
Tasa Facial	0,26
Periodicidad	4
Rend. Mercd.	0,275
TEA	0,30468152

N° Flujos	**Días al Vencimiento**	**Monto del Flujo**	**Factor de Descuento**	**Flujo Descontado**	**Cálculo de Duración**
1	20	227.500	0,9853331	224.163,29	224.163,29
2	110	227.500	0,9219491	209.743,43	419.486,85
3	200	227.500	0,8626425	196.251,16	588.753,47
4	290	227.500	0,8071508	183.626,81	734.507,26
5	380	227.500	0,7552288	171.814,56	859.072,82
6	470	227.500	0,7066469	160.762,16	964.572,99
7	560	227.500	0,6611901	150.420,74	1.052.945,17
8	650	227.500	0,6186574	140.744,55	1.125.956,41
9	740	227.500	0,5788607	131.690,81	1.185.217,27
10	830	227.500	0,5416240	123.219,47	1.232.194,69
11	920	227.500	0,5067827	115.293,07	1.268.223,78
12	1010	227.500	0,4741827	107.876,56	1.294.518,69
13	1100	227.500	0,4436797	100.937,13	1.312.182,69
14	1190	227.500	0,4151389	94.444,10	1.322.217,37
15	1280	227.500	0,3884341	88.368,75	1.325.531,20
16	1370	227.500	0,3634471	82.684,21	1.322.947,32
17	1460	227.500	0,3400674	77.365,34	1.315.210,78
18	1550	227.500	0,3181917	72.388,62	1.302.995,20
19	1640	227.500	0,2977233	67.732,04	1.286.908,84
20	1730	227.500	0,2785715	63.375,01	1.267.500,25
21	1820	227.500	0,2606517	59.298,26	1.245.263,40
22	1910	227.500	0,2438846	55.483,75	1.220.642,49
23	2000	227.500	0,2281961	51.914,62	1.194.036,24
24	2090	227.500	0,2135168	48.575,08	1.165.801,98
25	2180	227.500	0,1997818	45.450,37	1.136.259,24
26	2270	227.500	0,1869304	42.526,66	1.105.693,20
27	2360	227.500	0,1749056	39.791,03	1.074.357,76
28	2450	227.500	0,1636544	37.231,37	1.042.478,40
29	2540	227.500	0,1531269	34.836,37	1.010.254,76
30	2630	227.500	0,1432766	32.595,43	977.863,05
31	2720	227.500	0,1340600	30.498,65	945.458,23
32	2810	227.500	0,1254363	28.536,75	913.176,03
33	2900	227.500	0,1173673	26.701,05	881.134,76
34	2990	227.500	0,1098173	24.983,44	849.437,02
35	3080	227.500	0,1027531	23.376,32	818.171,19
36	3170	227.500	0,0961432	21.872,58	787.412,88
37	3260	227.500	0,0899586	20.465,57	757.226,16
38	3350	227.500	0,0841717	19.149,07	727.664,78
39	3440	227.500	0,0787572	17.917,26	698.773,19
40	3530	227.500	0,0736909	16.764,69	670.587,56
41	3620	227.500	0,0689506	15.686,26	643.136,61
42	3710	227.500	0,0645152	14.677,20	616.442,45
43	3800	227.500	0,0603651	13.733,05	590.521,31
44	3890	3.727.500	0,0564819	210.536,42	9.263.602,66
SUMA				**817.819,27**	**27.869.489,46**
Duración					**34,08**
D.Anualizada					**8,52**

Título 5

Monto	36.000.000
Plazo	560
Tasa Facial	0,28
Periodicidad	4
Rend. Mercd.	0,228
TEA	0,248245328

N° Flujos	**Días al Vencimiento**	**Monto del Flujo**	**Factor de Descuento**	**Flujo Descontado**	**Cálculo de Duración**
1	20	2.520.000	0,9877567	2.489.146,99	2.489.146,99
2	110	2.520.000	0,9344908	2.354.916,74	4.709.833,47
3	200	2.520.000	0,8840972	2.227.925,01	6.683.775,03
4	290	2.520.000	0,8364212	2.107.781,47	8.431.125,87
5	380	2.520.000	0,7913162	1.994.116,81	9.970.584,05
6	470	2.520.000	0,7486435	1.886.581,65	11.319.489,93
7	560	38.520.000	0,7082720	27.282.637,80	190.978.464,60
SUMA				**40.343.106,47**	**234.582.419,94**
Duración					**5,81**
D.Anualizada					**1,45**

Título 6

Monto	89.000.000
Plazo	732
Tasa Facial	0,315
Periodicidad	2
Rend. Mercd.	0,2375
TEA	0,251601563

N° Flujos	Días al Vencimiento	Monto del Flujo	Factor de Descuento	Flujo Descontado	Cálculo de Duración
1	12	14.017.500	0,9925471	13.913.029,14	13.913.029,14
2	192	14.017.500	0,8871929	12.436.227,17	24.872.454,34
3	372	14.017.500	0,7930216	11.116.180,71	33.348.542,13
4	552	14.017.500	0,7088462	9.936.250,91	39.745.003,65
5	732	103.017.500	0,6336055	65.272.454,35	326.362.271,73
SUMA				**112.674.142,28**	**438.241.300,99**
Duración					**3,89**
D.Anualizada					**1,94**

Título 7

Monto	12.500.000	
Plazo	89	
Tasa Facial	0,205	
Periodicidad	3	4,04494382
Rend. Mercd.	0,1525	
TEA	0,161480565	

N° Flujos	Días al Vencimiento	Monto del Flujo	Factor de Descuento	Flujo Descontado	Cálculo de Duración
1	25	13.354.167	0,9896583	13.216.062,19	13.216.062,19
SUMA				**13.216.062,19**	**13.216.062,19**
Duración					**1,00**
D.Anualizada					**0,25**