

VALUACION DE BONOS

Claudio Ariganello

Gustavo Tapia

Universidad de Buenos Aires

Síntesis del libro con el mismo título en proceso de edición

I. INTRODUCCIÓN. CONTEXTO Y DEFINICIONES CONCEPTUALES.

Contexto argentino de aplicación

El proceso de reconversión de la Argentina iniciado en el año 1991, implicó que el modelo económico se basara en los efectos que podía ocasionar una apertura económica irrestricta para la entrada de flujos de capitales externos que financiaran la capacidad de crecimiento real de la economía.

Para ello se necesitaban dos pilares fundamentales:

1. Un Sistema Financiero sólido, apto para ser receptor de fondeo local e internacional que impulsara dicho crecimiento económico a través de un proceso conocido como crowding in.
2. Un Mercado de Capitales capaz de recibir los beneficios de la desintermediación financiera que puede ocurrir en el mencionado ciclo económico.

Sin lugar a dudas el primero se ha cumplido con creces, ya que el sistema financiero ha tenido una reconversión regulatoria prudencial adaptando su normativa al funcionamiento del mundo globalizado, pudiendo así competir con otros sistemas financieros de países con procesos similares.

Sin embargo, el segundo objetivo no ha corrido igual suerte, a tal punto que en la actualidad nos encontramos con un decreto de transparencia y de mejores prácticas a fin de mejorar el funcionamiento del Mercado de Capitales dado que no se ha cumplido con las expectativas generadas al inicio del mencionado ciclo.

Los aspectos sobre los cuales se deben trabajar son:

- a) Eliminación de organismos de contralor con funciones comunes que encarecen el costo de la operatoria.
- b) Ampliar el menú de productos financieros a ser cotizados a efectos de generar un aumento de la oferta que eleve el volumen de transaccional.
- c) Transparencia y liquidez en las operaciones para que la demanda posea fluidez operacional.

Si bien el objetivo de este trabajo no es realizar un diagnóstico sobre el Mercado de Capitales, se trata del ámbito donde se negocian una serie y cantidad importante de instrumentos financieros genéricamente llamados TITULOS VALORES y que pueden estar representados por bonos, acciones, obligaciones negociables, títulos de deuda y certificados de participación de fideicomisos, productos derivados, etc. Un mercado de capitales permite una vinculación directa entre las unidades de gastos deficitarias (tomadores de fondos) con las unidades de gastos supe

ravitarias (inversores), siendo estos últimos de carácter sofisticados ya que poseen capacidad de evaluar crediticiamente el perfil de las empresas emisoras de papeles. Entre ellos mencionaremos, Administradoras de Fondos de Jubilación y pensión (AFJP), Compañías de Seguros, Sociedades de Capitalización, Sociedades de Fondos Comunes de Inversión, Empresas Inversoras de Primera línea, Clientes de las Bancas Privadas de las Instituciones Financieras. Esta relación es lo que se denomina desintermediación financiera, que permite a los agentes económicos con niveles de riesgos moderados o bajos poder captar fondeo en forma directa sin necesidad de recurrir a entidades financieras. Este mercado se encuentra regulado y supervisado en su funcionamiento por la Comisión nacional de valores (CNV).

Las unidades económicas superavitarias están representadas por inversores que cuentan con excedentes de capital líquido para colocar al Mercado. Estos inversores pueden ser tanto personas físicas como jurídicas, pero en los últimos años ha habido gran presencia y participación de los llamados inversores institucionales tanto por el volumen de negocios como por la cantidad de operaciones. Por el lado de los tomadores de fondos, unidades deficitarias, (genéricamente "las empresas"), donde su nivel de gasto supera habitualmente su nivel de ingreso, pueden estar representadas por el Sector Privado de la Economía como por el Sector Público.



Indudablemente, la disminución del volumen de transacciones *provocado por el aumento de riesgo país* (a posteriori del efecto tequila y con las sucesivas crisis internacionales ha implicado el cierre parcial y a veces total del financiamiento internacional motivando la necesidad de la modernización del desarrollo y operatoria del mercado, que en la actualidad se encuentra monopolizado con una fuerte y exclusiva presencia del Estado nacional como tomador de fondos para cubrir sus necesidades fiscales, con un retiro masivo de las empresas cotizantes ante el contexto perjudicial que implica un mercado reducido y con exceso de volatilidad, escasez de instrumentos de inversión y la falta de seguridad jurídica para el inversor que se encuentra desprotegido ante eventos de default de los emisores.

La implementación del "déficit Cero" provocará que el Estado deje su rol protagónico de mercado como tomador de fondos, generando un nuevo direccionamiento de la capacidad prestable al sector privado no financiero (si media una decisión de riesgo por parte de los colocadores de fondos), acompañado por una paulatina baja del riesgo país y en busca del crecimiento económico.

Título de Deuda: Concepto. Características y Elementos. Valor residual / técnico. Paridad.

Concepto. El Bono es para quién lo emite un instrumento financiero de deuda que requiere que el emisor devuelva al inversor el monto prestado más un interés periódico especificado. Se lo define como una obligación de pago emitida por un ente público o privado y que da derecho al tenedor a percibir un flujo de fondos futuros hasta su vencimiento, en concepto de intereses y capital, de acuerdo a determinadas condiciones que se fijan en la emisión de los mismos.

Los diferentes emisores de títulos, los mercados de operación, y las características técnicas de los títulos impactan en el nivel de riesgo y de rentabilidad de estos activos financieros, repercutiendo en los precios y dispersiones. Es por ello que se podrán clasificar los bonos atendiendo a distintas categorías de riesgos, haciendo uso de herramientas técnicas (financieras) para acortarlo, con la finalidad además, de permitir la comparación entre sí y con otros activos.

Los emisores de títulos y los colocadores de fondos se relacionan a través del Mercado de Capitales. En función del tipo de operaciones distinguimos entre el Mercado Primario donde se

llevan a cabo las suscripciones de los títulos –valores ofrecidos por parte de los emisores originales–; y el Mercado Secundario que lo componen los nuevos tenedores de títulos para efectuar las operaciones de compraventa de los mismos. En este mercado se evaluará cantidad de operaciones, volumen y liquidez de estos activos.

En el Mercado de Capitales existen intermediarios financieros (Entidades Financieras) que adquieren los valores primarios con un rendimiento mayor que el que tendrían que abonar sobre valores emitidos en la plaza. La adquisición del título se realiza sobre la base del precio expresado en términos de rendimiento esperado (TIR) por lo que los tomadores de fondos ofrecerán más y mejores condiciones que las restantes para captar los mismos.

Para garantizar la información sobre los títulos y emisores las Calificadoras de Riesgos dan su opinión profesional a fin de ser considerada por los inversores en el momento de la toma de decisiones.

Según las necesidades de financiamiento los títulos de deuda serán de corto, mediano o largo plazo. El financiamiento se utilizará a distintos fines como ser: incrementar el capital de trabajo para mercados de bienes en crecimiento, la refinanciación de pasivos más costosos o de vencimiento próximo, el desarrollo de planes de negocios o proyectos de inversión, la compra de empresas, etc. Según el caso entonces se suscribirán letras, bonos, empréstitos, obligaciones negociables, debentures, papeles comerciales (commercial papers), etc.

Como vemos, es fundamental para el desarrollo de la economía del país y de la economía regional, así como para un mejor entendimiento de la economía globalizada, conocer el funcionamiento e importancia del papel de los Títulos de Deuda. Dentro del marco contextual habrá que analizar las motivaciones de emisores y de tenedores. Así entonces el Estado puede colocar bonos en la plaza para absorber divisas originadas en masivos ingresos de fondos del exterior, para evitar una mayor presión de demanda con efectos inflacionarios, en particular en economías cercanas al pleno empleo; o bien puede rescatar por anticipado emisiones anteriores en un marco de tasas de interés elevadas. Esto implica que la colocación y el rescate anticipado por parte del Estado de títulos constituye un instrumento de política monetaria de gran impacto.

En función de la composición de la cartera sea con Renta Variable o Renta Fija y del grado de aversión al riesgo habrá inversores Agresivos, Moderados y Conservadores. Un rango medio de entre el 70% ó más, entre el 55% y el 70%, ó por debajo del 55% servirá respectivamente para definir el tipo de perfil del inversor. Sin embargo, también, las distintas categorías de riesgo entre títulos de deuda (Renta Fija) permitirán a su vez determinar un perfil del inversor más preciso con relación al grado de riesgo pretendido.

Distintas clases de títulos

- a) ***Bonos Zero coupon*** (o bonos con descuento, discount bond): no poseen intereses, se emiten con descuento y el capital se devuelve en su totalidad al vencimiento final. Ejemplo de este tipo de títulos son Treasury Bill del gobierno Americano o Letes en la Argentina. Se emiten con un valor nominal y son colocados al descuento por licitación para que de esta manera sea el Mercado quien determine el rendimiento de los Bonos.
- b) ***Bonos amortizables*** (Bono Cupón, balloon): capital e interés se devuelven en cuotas. Este es el caso de bonos emitidos por países emergentes que para merecer el crédito del mercado deben periódicamente probar su capacidad de pago.
- c) ***Bonos bullet***. En este caso solo se pagan cupones de intereses intermedios y el capital se paga íntegramente al vencimiento. En este caso los emisores harán una previsión para reunir el monto final a devolver.
- d) ***Bonos con período de gracia***. Existe un periodo donde no se realiza amortización alguna, devengando y/o capitalizando los intereses respectivos.
- e) ***Bonos a tasa fija o variables***. Dependerá de si la tasa de los diferentes cupones se encuentra preestablecida en forma fija en las condiciones de emisión o bien a través del comportamiento de algún indicador económico financiero transparente (puede o no poseer un spread fijo aditivo o multiplicativo según las condiciones de emisión). Se destaca

en este caso que el tenedor de los bonos puede estar asumiendo un mayor (en el caso de tasa fija) o menor (tasa variable) riesgo adicional por variaciones en la tasa de interés y su impacto con respecto al precio del activo.

- f) *Bonos con tasa mixta* (fija y variable simultáneamente) o *escalonada* (step up).
- g) *Bonos contingentes* o bien conocidos como callable o puttable, donde el bono posee cláusulas de recompra que podrán ser ejercidas antes de su vencimiento ya sea por parte del emisor o tenedor según lo establecido por condiciones de emisión. Dichas opciones tienen diferentes primas o precios que inciden en la cotización del precio del título.
- h) *Bonos a perpetuidad*, que bien como su nombre lo indica son títulos de renta perpetua, o sea, sin fecha de vencimiento final.
- i) *Con cláusulas especiales*. Capitalización, convertibles, con colaterales, etc.

El **plazo de vencimiento de un Bono** es el Número de años en el que el emisor ha prometido cancelar la obligación, en tanto que el vencimiento indica el cese de la existencia del bono. El vencimiento de un bono es un elemento básico en el análisis económico - financiero dado que además de informar en qué fecha se va a recibir el capital e interés residual, la tasa de rendimiento dependerá del plazo de duración del bono en el cual habrá adicionalmente variaciones de precios / volatilidades que afectarán el rendimiento.

El **Valor Residual** (VR) representa la parte del título que aún no se amortizó, en tanto que el **Valor Nominal** (VN) es el indicado en la lámina o prospecto al momento de la emisión.

A un momento determinado de evaluación, habrá habido Amortizaciones de Capital cuya sumatoria será igual a $AM(t)$, de manera tal que el $VR(t)$ será igual a:

$$VR(t) = VN - AM(t)$$

El **Valor Técnico** (VT) es el valor de rescate del título en el momento de evaluación y será igual al Valor Residual de ese momento más los intereses corridos (Cupón Corrido):

$$VT(t) = VR(t) + \text{Cupón corrido}$$

El **Valor de Paridad (Paridad)** en el momento t es la relación entre el precio de cotización y el valor técnico del bono.

$$\text{Paridad}(t) = \frac{\text{Precio}(t)}{VT(t)}$$

También suele utilizarse la paridad de cotización que relaciona el valor de mercado con el valor nominal del bono.

Cotización. La forma de cotizar de un bono es en términos de porcentaje de su valor par o nominal. Un bono vendido a la par cotiza a \$100, significa que es el 100% del valor par. Un bono que es vendido a descuento será vendido a un valor menor a \$100, mientras que un bono vendido con prima será vendido por encima de \$100.

¿Qué pasa cuando nos encontramos ubicados en algún punto entre el último momento de pago y próximo pago de servicios de intereses? Cuando esto ocurre el comprador deberá compensar al vendedor por la porción de intereses que serán pagados en el próximo servicio, pero que el vendedor no recibirá como consecuencia de vender antes del momento pago. Este monto es conocido como intereses corridos (accrued interest) el mismo resulta de devengar la tasa de interés por la cantidad de días transcurridos entre la fecha del ultimo pago y el día de liquidación de la operación.

Existen diferentes modalidades de cotización de un bono:

- 1) Incluye intereses corridos: precio sucio
- 2) No incluye intereses corridos: precio clean o flat

El concepto de intereses corridos, trae aparejado las diferentes convenciones para contar los días del periodo de un cupón y del año, esto dependerá del emisor:

La expresión utilizada para el calculo de días es igual al Numero de días del mes / numero de días del año.

Generalidades: Valor Actual. El valor de un bono será la suma de los valores actuales de los flujos de fondos descontados que lo componen. Este valor se denomina Valor Intrínseco (VI).

Para calcular el VI se deberá en primera instancia elegir un momento de evaluación, hallar el valor corriente y luego actualizar cada flujo futuro al momento de evaluación; por último sumarlos.

El VI puede diferir del Valor de Mercado (precio), el cual será la inversión inicial que habría que hacer para lograr el Flujo de Fondos del Bono a partir de ese momento. La diferencia entre el VI al momento de evaluación t y el precio de mercado también a ese momento determinan el Valor Actual Neto del Bono (VAN).

$$\text{VAN} = \text{VI}(t) - \text{Precio}(t)$$

En los casos en que la emisión de bonos se haya efectuado a tasa variable para llevar a cabo la valuación del mismo habrá que proyectar las tasas estimadas para los flujos futuros referidos a la parte de cupón de renta.

Si cada flujo futuro es $f(j)$, $i(j)$ es la tasa efectiva utilizada para descontar al momento de evaluación, cada $f(j)$ y $n(j)$ es la cantidad de períodos entre el momento de evaluación y momento de cada flujo j , tendremos que el Valor Intrínseco será:

$$\text{VI} = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{f_j}{(1 + i_j)^n}$$

El valor actual del bono entonces va a estar dado por el flujo de fondos descontado al costo de capital. Esta tasa podrá ser el costo de oportunidad de capital considerándose distintos % de tasa según las expectativas de corto y largo plazo, la liquidez y distintas clases de riesgo.

$$\text{VA} = \frac{C}{(1 + r_1)} + \frac{C}{(1 + r_2)^2} + \dots + \frac{C}{(1 + r_n)^n} + \frac{\text{Ppal}}{(1 + r_n)^n}$$

La *tasa de interés* o *tasa de descuento* que desea un inversor al comprar un bono se denomina **tasa requerida** (*required yield*). Normalmente esta tasa surge de la comparación con otros instrumentos del mercado que poseen la misma calidad crediticia y el mismo plazo a vencimiento. Dada la estructura de flujo de fondos y determinada la *tasa requerida*, es posible calcular el *precio* del bono, al cual el inversor debe adquirir el activo con el objeto de obtener dicho rendimiento, en la medida que se cumplan las previsiones realizadas sobre la estimación de los flujos de fondos futuros (en caso de contener tasa variable) y el criterio de reinversión a igual tasa de retorno de los fondos liberados en cada cupón pagado antes del vencimiento final.

Las consideraciones sobre las tasas de interés se manifiestan en varias teorías que estudian la estructura temporal y que dan razones de porqué las tasas de corto son distintas de las de largo plazo.

Estas distinciones permiten preparar Estrategias diferentes para Arbitrar entre bonos de distintos plazos (y tasas implícitas) de acuerdo a las necesidades y previsiones. Supongamos que el Sr. L desea invertir \$ 1000 durante 2 años y tiene dos posibilidades:

- a) mantener el título comprado por el término de 2 años con un rendimiento $r(1)$; ó
- b) comprar un título con rendimiento $r(c1)$ por el término de un año y reinvertirlo por otro año a tasa $r(c)2$.

El Sr. L no sabe cual será la tasa corriente para el año 2 y deberá estimarla. Si $r(1) = 10,50\%$ anual y $r(c1) = 10,00\%$ anual para lograr un rendimiento final equivalente $r(c2)$ tendría que ser del $11,00\%$ anual.

El $r(1)$ es por lo tanto una media de los intereses corrientes presentes y futuros estimados.

El inversor C también tiene \$1000 que desea tener disponibles en un año, también tendría dos posibilidades:

- a) comprar un título con rendimiento $r(c1)$ por un año.
- b) comprar un título con vencimiento a 2 años pero venderlo al cabo del primero. Es decir colocaría fondos a $r(1)$ por dos años y descontaría un año a tasa $r(c2)$.

En el caso de *bonos a tasa variable*, el valor de los cupones dependerá de la proyección de la tasa de interés, existiendo en la práctica tres métodos a saber:

- a) *Proyección de la tasa de cupón corriente*. Se repite en los futuros cupones igual tasa que el último cupón conocido. O sea que se supone un comportamiento flat de la tasa de interés.
- b) *Proyección de la tasa de interés en momento actual*: La tasa vigente en el mercado puede diferir de la tasa vigente del cupón corriente dependiendo del momento en que esta última fue fijada. En dicho método se desconoce la tasa del cupón vigente y se utiliza la tasa corriente del mercado en función de la variabilidad que ésta pudo tener estimándose las tasas de cupones futuros.
- c) *Proyección de tasas swaps*: que implica reemplazar la tasa variable de cada cupón futuro por su equivalente en tasa fija (intercambio de cláusulas de tasa de interés), proyectando para cada cupón futuro dicha equivalencia.

Riesgo de Pago. Sabemos que el precio de las obligaciones desciende cuando los tipos de interés suben. Ahora bien, los tipos de interés suben cuando el riesgo de pago aumenta. Estos tipos de interés afectarán al rendimiento prometido del bono (TIR del bono), si bien también pueden afectar el interés del cupón en el caso de un programa con renta variable.

La diferencia (brecha) entre renta esperada dada por el cupón y la renta prometida (TIR) será un buen indicador para medir el riesgo de pago.

De aquí surge que los bonos, como cualquier activo financiero podrán ser clasificados y categorizados conforme a riesgo, a fin de no comparar tan sólo la rentabilidad prometida. Se ampliará sobre este particular al tratar la Calificación de Obligaciones.

También a partir del *risk default* podemos estudiar los préstamos garantizados, es decir aquellos en los que el emisor de bonos logra garantizar la emisión con otra persona o bienes de su propiedad que soportarán este riesgo. Habrá que analizar cual es el valor actual de la garantía de la operación, cuyo valor sería la cifra que los prestamistas estarían dispuestos a pagar si asumieran ellos mismos el riesgo de impago en un préstamo equivalente sin garantizar.

$$\text{Valor de la Garantía} = \text{Valor del Préstamo Garantizado} - \text{Valor del Préstamo sin Garantía}$$

Una forma de valuar un préstamo garantizado es tratarlo como una opción de venta sobre los activos de la empresa (emisora), en la cual el vencimiento de la opción de venta es similar al vencimiento del préstamo, y el precio de ejercicio es igual a los pagos de intereses y principal prometidos a los tenedores del título.

Precio de un Bono. El precio de mercado de un bono será entonces el valor actual de los flujos de fondos de capital e interés y las tasas de interés usadas para actualizar o descontar dichos flujos son las tasas de los *bonos zero coupon* representativas de la fecha de cada flujo que se descuenta.

El precio del Bono en el Mercado resultará de arbitrar con otras alternativas de inversión, considerando los períodos restantes que le quedan al Bono.

Algunas preguntas claves serán: ¿Cuál será el rendimiento que vuelve equivalente a la alternativa de inversión, respecto a la inversión en Bonos?. ¿Convendrá colocar el importe equivalente al precio del papel en colocaciones sucesivas a la tasa de rendimiento equivalente?. ¿O adquirir el bono, recolocando cada uno de los flujos de caja a la tasa equivalente?.

Al comienzo del primer período la relación del precio que resultará así:

$$P(0) = \sum_{j=1}^{j=n} \frac{f_j}{(1 + i_j)^j}$$

El **precio** de un bono va a depender de los siguientes factores:

- **calidad del bono:** fundamentalmente por la posibilidad de falta en el pago de los cupones y/o del principal (*default risk*). Para ello se cuenta con las calificadoras de riesgo y estudios de consultores especializados, que brindan información sobre todo tipo de bono, público y privado. También importará el respaldo o garantía de los bonos.
- **posibilidad de rescate anticipado:** la emisión de bonos con una o más opciones implícitas impacta en el precio del papel; si lo comparamos con un bono carente de ella, dado el riesgo que aparece cuando un emisor hace uso del derecho de preferencia de recompra ante bajas de tasas y retira de circulación, a un precio previamente establecido, parte o el total de la emisión (*riesgo de callability*).
- **tasas de los cupones:** tiene gran importancia el valor del cupón y la periodicidad de sus pagos. Muchos de los bonos en circulación, corresponden a papeles que se han desprendido de sus cupones, vendiéndose separadamente, y por lo tanto se pueden comprar con descuento a una determinada fecha con rescate total.
- **mercado:** un mercado secundario amplio tiene gran trascendencia para aquel que deba vender el bono antes de su maduración (en definitiva estamos haciendo referencia a la liquidez del bono que permita una fluida salida o venta sin que sufra un deterioro de precio en la decisión de venta)
- La maduración es el tiempo que transcurre hasta el total rescate de un bono por su emisor. El precio de un bono puede modificarse por influencia del mercado, cuando se producen cambios en los rendimientos de los bonos comparables denominados “rendimientos de mercado”.
- **tiempo de maduración:** el tiempo de rescate tiene una importancia muy grande, vinculada a la estructura de las tasas de interés vigentes a la compra de un bono y fundamentalmente a la elección que realice el inversor en función de las tasas de interés. Si no cambia la tasa requerida, el precio se modifica a medida que el Bono se acerca a su vencimiento.
- **tratamiento impositivo:** es el tratamiento que reciben los inversores de un país o el tratamiento diferencial (Vg. por ser extranjeros). Esto ofrece un valor diferente para cada tipo de inversor en relación a los mismos bonos.

Medidas Usuales de Rendimientos en los Bonos. Vamos a considerar las medidas de rendimiento más habituales, señalando las ventajas y desventajas que pueden encontrarse en su utilización.

Al trabajar con bonos debe extremarse el cuidado frente a medidas de evaluación del rendimiento o de volatilidad. Se trata de **herramientas de cálculo aproximantes** con ventajas y debi

lidades. El buen analista conoce los instrumentos, alcances y flexibilidades.

A) Rendimiento sobre la Inversión. Current Yield:

mide el rendimiento anual en un bono, proporcionado por los cupones que haya entregado en ese período, comparado con el precio de mercado del bono, en el momento de la evaluación.

$$CY = \frac{\text{Flujos anuales por cupones de interés}}{\text{Precio de cotización}}$$

También se puede expresar la Current Yield como la relación:

$$CY = \frac{\text{Tasa de cupón corriente}}{\text{Precio de mercado o adquisición}}$$

En los mercados también se utiliza una medida de rendimiento que tiene gran semejanza con la *CY*, pero que no debe confundirse con ella. Nos referimos a la llamada **Renta del Cupón (Coupon Yield)**. En lugar de tomar el precio de cotización o monto de la inversión original, como la *CY*, toma el valor nominal del bono. En vez de tomar los flujos anuales por cupón de interés, toma el interés asignable al cupón bajo estudio.

Ventajas: proporciona al tenedor una idea del rendimiento, mirado desde el cupón, con respecto a su inversión inicial.

Desventajas: el rendimiento del bono, se nutre de los intereses de los cupones, sus relocalizaciones y el cambio en los precios medidos en los extremos del período bajo estudio. El *current yield* no captura las dos últimas fuentes de rentabilidad.

Es indudable que esta unidad de medida no tiene en cuenta la ganancia o pérdida de capital que se puede producir por la volatilidad del precio de mercado, existiendo la posibilidad concreta de que el precio de entrada no sea igual al precio de salida, una vez cobrado el cupón respectivo.

Por lo tanto, podemos aseverar que este tipo de criterio es imperfecto al no considerar el riesgo de mercado que asume el inversor, por más que este criterio sea de corto plazo o el inversor no posea expectativas de movimientos de precios que puedan hacer variar el rendimiento establecido por la *current yield*.

B) Rendimiento al Vencimiento. Yield to Maturity:

Es el rendimiento efectivo anual del título, comprado a un determinado precio hasta la fecha de su vencimiento total. El rendimiento surge de dos componentes:

- b.1) La tasa de interés que paga cada cupón
- b.2) el descuento en el precio que le exige el mercado, por el riesgo del deudor de dicho bono (ganancia de capital)

Este rendimiento es válido bajo los supuestos de:

- 1) reinvertir los cupones cobrados durante el período a la misma tasa de rendimiento.
- 2) En el caso de bonos a tasa flotante, la tasa proyectada hacia futuro para el pago de cupones de renta ha de ser la que posteriormente se pague.

Así entonces podremos considerar la conducta del inversor como:

Inversión a): midiendo el rendimiento que obtendría el inversor con el desembolso inicial, capitalizándolo tantos períodos como se requiere para llegar al vencimiento, de tal manera

que si descontara los flujos del bono a esa tasa de rendimiento, obtendría el desembolso inicial.

Inversión b): en forma equivalente, calculando la tasa de rendimiento a la cual el inversor recolocaría los flujos del bono, de quedarse con él hasta el vencimiento, de manera tal que cuando descuenta esos flujos a dicha tasa, recupere el valor de la inversión inicial.

Podemos observar tres tipos de situaciones diferentes comparando el valor nominal del bono con la cotización, resultando en consecuencia, tasas de retorno distintas:

Bonos que cotizan o son emitidos a la par, en este caso se tratan de títulos cuyo precio no poseen descuento exigido por el mercado y su precio se iguala al valor nominal. Por lo tanto la tasa de cupón es igual a la tasa interna de retorno, siendo ambas tasas las más representativas de mercado.

Bonos bajo la par, en este caso, el precio de mercado está por debajo del valor nominal, por lo tanto son bonos que poseen ganancia de capital.

Bonos sobre la par, son títulos que cotizan con sobreprecio por sobre su valor nominal. Sucede en estos casos excepcionales que la tasa del cupón es tan elevada en comparación con la tasa vigente de mercado, que el inversor está dispuesto a pagar un sobreprecio y sacrificar parte de la rentabilidad otorgada por el cupón, porque financieramente sigue siendo conveniente en la medida en que su rendimiento final total esté en línea o superior a las tasas vigentes.

Podemos concluir que la Medición del Resultado a través de la YTM otorga:

Ventajas: al proporcionar al inversor una medida de rentabilidad que tiene en cuenta el resultado por tenencia que surge de la diferencia de precios, así como los flujos de interés y capital. Incorpora un proceso de recolocación para los flujos, que ganarían la **Yield to Maturity**.

Desventajas: al estimar la rentabilidad está suponiendo dos circunstancias riesgosas:

- a) **Riesgo tasa**: si no lo mantiene hasta el vencimiento, el precio de salida del bono puede provocarle una pérdida, debido al aumento de tasas de rendimiento en el mercado, para ese momento.
- b) **Riesgo de colocación**: la rentabilidad hasta el vencimiento pide que las recolocaciones se lleven a cabo a esa tasa. Difícilmente esto se logre, puesto que se recolocan los flujos a las tasas que se ofrezcan en el mercado, en cada oportunidad.

C) Criterio Trading

Este criterio es el más especulativo, y está asociado a que el inversor tiene una expectativa y existe un alto grado de ocurrencia respecto a la evolución futura que el precio del activo puede tener en el mercado (que a veces hasta logra superar en rendimiento a la tasa interna de retorno prometida por el propio instrumento). Teniendo en cuenta estas características, el inversor toma su posición en línea con dicha expectativa y aplica un criterio de inversión de corto plazo. En general, para no asumir riesgo desmedidos, se aplican política de **stop loss**, precios mínimos a los cuales debe ejecutar su posición y que implica la máxima pérdida que estaría dispuesto a asumir en dicho posicionamiento.

D) Stripped Yield

También denominado rendimiento disociado. Es la tasa de descuento por riesgo argentino puro en el caso de aquellos bonos soberanos que tengan colaterales sobre ciertos cupones. El caso más conocido es el de Bonos Brady dado que tienen garantías sobre los dos primeros cupones de intereses y sobre la totalidad del capital, la tasa de descuento implícita en el precio resulta de un promedio ponderado de tasas de descuento del riesgo país deudor y del riesgo sobre el cual recae la garantía. Entonces para calcular la tasa de descuento puro del país deudor (Stripped yield) se debe desarmar el flujo de fondos del título y dejar solamente los cupones que no tienen ga

rantías ni colaterales de ningún tipo, es decir aquellos pagos que dependen de la solvencia pura del país deudor.

La stripped yield es una buena medida de la tasa de riesgo puro que le pide el mercado a un bono soberano de un país deudor. Para los títulos que no poseen ningún tipo de colateral la stripped yield será igual a la yield to maturity.

Cuando en este tipo de bonos colateralizados se calcula la tasa convencional, se dice que la TIR es el rendimiento mixto (blended yield) porque considera la totalidad de los flujos de fondos, sin considerar la diferencia entre los garantizados o no garantizados.

E) Rendimiento para una opción.

Es cuando la emisión tiene prevista la recompra parcial o total antes de vencimiento, por parte del emisor (call) y se lo reconoce como bono rescatable. Al ejercer ese derecho el emisor deberá pagar un precio (strike). Este precio es una prima sobre su paridad, que irá disminuyendo en forma escalonada hacia el valor par en cada oportunidad.

El inversor podrá calcular un rendimiento asumiendo la fecha en que se ejerce la opción, teniendo en cuenta el precio del call para la fecha de ejercicio.

Cuando dicha opción es un put se garantiza al inversor el derecho a vender al emisor el instrumento a un precio, dentro del cronograma de fechas de ejercicios. Cuando se trata de este tipo de bonos rescatables, además del rendimiento al vencimiento, el bono posee rendimientos opcionales para cada fecha de ejercicio de las opciones que posea. En estos casos se calcula el rendimiento al peor escenario (tasa de menor rendimiento). Para un bono con opción call será la tasa de menor rendimiento y para los que poseen put, se optará por la de mayor rendimiento.

F) Rendimiento para la vida promedio (yield to average life).

Se utiliza para medir el rendimiento de los bonos amortizables, y asume que todos los repagos del principal ocurren en la fecha que determina el cálculo de la vida promedio (average life). Es muy utilizada esta medida de rendimiento para comparar un rendimiento de un bono amortizable con otro bono bullet, cuya devolución del principal coincida en el último periodo. El rendimiento considera la fecha de la vida promedio como la fecha final del bono, entonces simplifica la tasa interna de retorno hasta la fecha de la vida promedio.

$$P = \sum \frac{C}{(1 + yal)^t} + \frac{pn}{(1 + yal)^n}$$

pn = todos los repagos del principal a la fecha de la vida promedio

c= pago de intereses por cada periodo

yal= tasa de descuento de la vida promedio

n= es el número de períodos hasta la fecha de la vida promedio

Medidas de volatilidad. La volatilidad de un bono es una medida representativa del riesgo que se asume, al invertir en dicho bono ante variaciones de la TIR. La misma puede ser analizada bajo diferentes enfoques.

El primero es el que habitualmente se conoce con el nombre de volatilidad histórica, la que se calcula a través del desvío estándar de las variaciones de precio respecto de un promedio o media a lo largo del tiempo.

El segundo es el que se conoce con el nombre de volatilidad teórica, que surge de las normas de emisión y que se calcula mediante una expresión desarrollada por Frederick Macaulay; intenta medir la variabilidad del precio del bono ante cambios en la TIR requerida por el mercado.

Volatilidad Histórica: esta medida da una idea de la variabilidad del precio del bono a lo largo del tiempo, tomando como datos, valores reales. Se utiliza el concepto estadístico de varianza,

que mide el desvío de los valores respecto del promedio (elevado al cuadrado para anular los signos negativos) durante un período determinado de tiempo. El desvío estándar o la volatilidad histórica es la raíz de la varianza. Matemáticamente se expresa del siguiente modo:

$$\text{Volatilidad histórica diaria} = \text{DS} \left\{ \frac{\ln P_1}{P_0}, \frac{\ln P_2}{P_1}, \dots, \frac{\ln P_n}{P_{n-1}} \right\} = \text{DS}(X) = \sqrt{E(X_i - \bar{X})^2}$$

donde:

X_i es cada uno de los términos de la sucesión

$$X = \left\{ \frac{\ln P_1}{P_0}, \frac{\ln P_2}{P_1}, \dots, \frac{\ln P_n}{P_{n-1}} \right\}$$

\bar{X} es la media aritmética de X

P_n y P_{n-1} es el precio del bono en el día n y el día $n-1$ respectivamente.

DS es el desvío estándar

n es el número de ruedas.

Para anualizar el índice se multiplica la volatilidad diaria por la raíz de 252 ruedas (que representan las ruedas aproximadas correspondientes a un año calendario). Es decir:

$$\text{Volatilidad histórica anual} = \text{DS}(X) \times \sqrt{252}$$

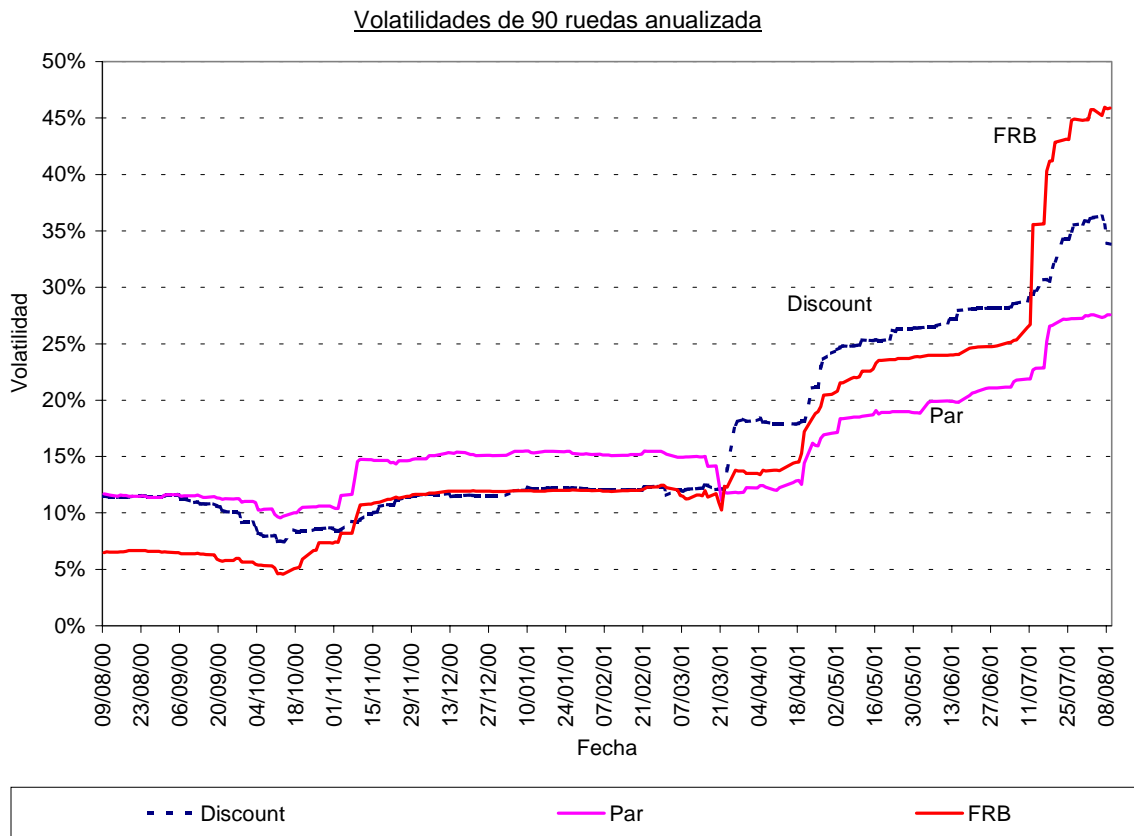
Con los resultados que obtendríamos de distintos bonos, podemos construir una cartera que responda al criterio de minimizar dicha volatilidad dado un rendimiento determinado.

La volatilidad del precio de un bono está dada por las variaciones en la TIR exigida por el mercado y por la volatilidad intrínseca del bono medida por la duration.

Volatilidad teórica del precio respecto de cambios en la TIR: el riesgo de un bono puede analizarse desde dos perspectivas distintas. Por un lado, tenemos la *probabilidad de incumplimiento por parte del emisor*, medido por el Spread del tesoro Norteamericano SPREAD S/TREASURY STRIPS, (en el caso de los bonos Brady se toma la Stripped TIR); y por otro lado, están los *efectos sobre el precio de las variaciones requeridas en la TIR de mercado*, para lo cual se considera la *duration y convexity*.

En el siguiente gráfico se comparan las volatilidades históricas quincenales de tres títulos Bradys argentinos. En primera instancia se presenta cuadro con valores. Se muestra cómo el FRB, ya que no presenta ninguna garantía en Bonos del Tesoro Norteamericano, es el de mayor volatilidad con respecto a sus pares de Par y Discount que si son bonos colateralizados. Esto significa que ante cambios en la coyuntura económica que afecten el riesgo de default, el bono no garantizado será el de mayor variabilidad en el precio.

La volatilidad histórica de los bonos, es un factor esencial el clima de incertidumbre de los mercados.



El análisis que se presenta a continuación es aplicable bajo dos supuestos alternativos:

- 1) para bonos de tasa fija.
- 2) para bonos de tasa flotante, en el caso que las variaciones en la TIR sean entendidas únicamente como cambios en la prima de riesgos que afectarían los pagos de renta. Este supuesto no es muy restrictivo para el caso Argentino, ya que la mayor de las variaciones de precio explica por la variación en el spread más que cambios en las tasas internacionales.

Según surge de la fórmula del precio de un bono, ante un aumento en la TIR, si todos lo demás se mantiene constante, el precio debe disminuir, para que la igualdad se mantenga. Es decir, **que la TIR y el precio se mueven en dirección opuesta.**

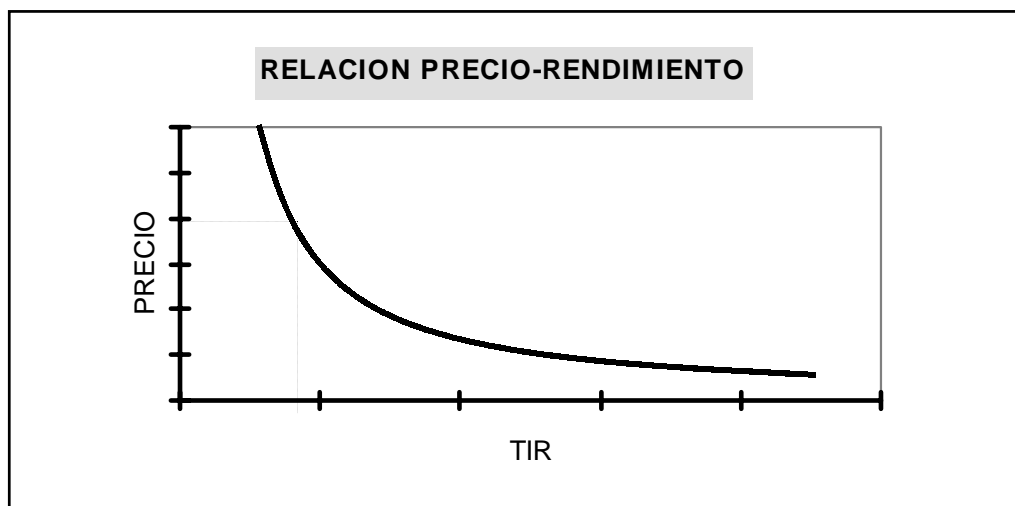
En el siguiente cuadro mostraremos este principio básico con los bonos Bradys, partiendo del supuesto de una misma TIR de 16.5% para los tres títulos. Por ejemplo, si tomamos el Bono Par, vemos que ante aumento en la TIR en 350 puntos básicos, el precio cae un 17.72% (de U\$S 38,49 a U\$S 31,67).

TIR	Var. PB	PRECIO			VARIACIONES EN EL PRECIO		
		PAR	DISCOUNT	FRB	PAR	DISCOUNT	FRB
13,0%	(350)	48,87	60,52	76,13	26,97%	25,13%	16,06%
15,0%	(150)	42,21	52,70	69,79	9,67%	8,97%	6,39%
16,5%	0	38,49	48,36	65,60	0,00%	0,00%	0,00%
17,0%	50	37,22	46,88	64,16	-3,30%	-3,07%	-2,19%
18,0%	150	35,15	44,47	61,60	-8,67%	-8,05%	-6,09%
20,0%	350	31,67	40,37	56,93	-17,72%	-16,53%	-13,21%

Del cuadro se pueden extraer las siguientes conclusiones: si bien la relación entre las tasas de rendimiento y el precio es siempre negativa, la magnitud de la variación en el precio difiere si se trata de un aumento o una disminución en la TIR (siempre que la variación no sea muy pequeña).

Es decir, dado un cambio en la TIR en determinados puntos básicos, el crecimiento porcentual del precio será mayor que su caída. Esto se ve claramente en el cuadro; si tomamos el Bono Par, vemos que cuando la TIR aumenta 350 Puntos Básicos, el precio cae 17,72%, mientras que cuando la TIR disminuye en la misma cantidad de Puntos, la variación en el precio es mayor en términos porcentuales(+26,97%).

Estas características surgen de la forma convexa de la función Precio-Rendimiento, mostrada en el gráfico siguiente. Al aumentar o disminuir la TIR en determinados puntos básicos, la variación porcentual en el precio será menor en el primer caso que en el segundo.



Debido a que la convexidad de la curva no es la misma para los distintos bonos, la variación porcentual en el precio ante un mismo cambio en la TIR, también va a diferir.

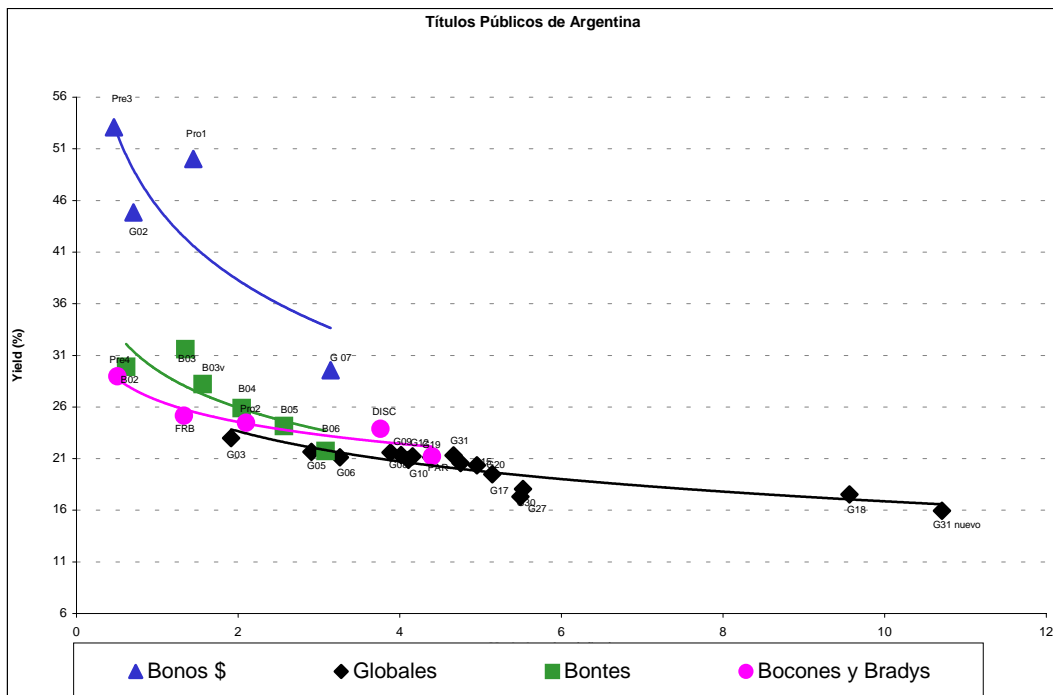
Son dos las características básicas que determinan la variabilidad del precio respecto del rendimiento, es: decir, la forma de la curva precio / rendimiento:

- ↪ la magnitud de los pagos de cupones.
- ↪ el plazo hasta la madurez.

Ante un mismo plazo y partiendo de una misma TIR, la volatilidad en el precio ante cambios en la TIR será mayor cuanto menores sean los pagos de cupones (amortizaciones de capital e interés) que se realicen hasta el vencimiento. Por otra parte, cuanto mayor sea el plazo remanente, manteniendo todo lo demás igual, mayor será esa volatilidad.

En el caso de los Bonos Brady, el FRB presenta la menor volatilidad precio / rendimiento, ya que su vencimiento es más próximo, a la vez que los pagos de amortizaciones son mayores a lo largo de su vida. Es decir que ante una misma variación en la TIR, la variabilidad en el precio del FRB será menor.

En el caso del Discount y el Par, (ambos amortizan al vencimiento y en la misma fecha), el Par presenta mayor variabilidad siendo una posible causa que paga una tasa fija de interés que resulta menor (a la fecha de análisis) a la tasa variable que se aplica al Discount.



Las características y propiedades que presenta la **Volatilidad Teórica**:

- Propiedad 1: Si bien los precios de todos los bonos se mueven en dirección opuesta a la TIR, el cambio porcentual del precio no es el mismo para todos ellos.
- Propiedad 2: Para una modificación pequeña en la TIR, el cambio porcentual en el precio será aproximadamente el mismo, ya sea un aumento o una disminución.
- Propiedad 3: Para una modificación importante en la TIR, el cambio porcentual en el precio no será el mismo que el de la TIR en ningún caso.
- Propiedad 4: Para una modificación dada, el aumento del precio será comparativamente más importante que la disminución del mismo.

Además se observa que las determinantes de esta volatilidad son:

- a) Los intereses que paga: ya que dados la TIR y el vencimiento, a mayor interés, menor volatilidad.
- b) El vencimiento: ya que dados los intereses pagados y la TIR, la volatilidad será mayor cuanto más larga sea la vida del bono.

II. DURATION. CONCEPTOS DERIVADOS. APLICACIONES.

Concepto de duration. *Duration (D) o plazo promedio ponderado (calculado sobre el valor actual de los flujos futuros de fondos)* es un denominador común para todos los títulos independientemente de la Vida Promedio (Average Life AL) que posea o el tipo de pago de capital / interés.

Conceptualmente cualquier título de duration *D es equivalente a un Zero Coupon* cuyo vencimiento es igual a la misma *D* cuyo único pago es la suma de todos los valores presentes/futuros de los cupones pendientes de pago descontados a la TIR vigentes. Esto es así porque *en un bono Zero Coupon la duration será igual a su Maturity* o plazo de vencimiento ya que el único flujo descontado es igual al precio.

Surge de la necesidad de utilizar una medida que permita comparar el riesgo de distintos bonos. Ante variaciones en la tasa de interés se hace difícil comparar la sensibilidad de los distintos bonos.

La *Duration es una medida de Riesgo-Tasa* por medir la elasticidad del precio del bono con respecto a la tasa de interés. Se la utiliza como medida de madurez y riesgo de un bono. Dicha medida resulta del plazo promedio de los cupones (de renta y amortización) ponderados por los flujos de fondos descontados

Como en todo promedio hay pequeños errores en usar una sola fecha como “proxy” de una secuencia de futuros cash-flows.

El valor de la *Duration está directamente relacionado con el tiempo remanente de vida de un bono e inversamente con la TIR.*

Podemos aplicar este concepto también para proyectos de inversión y carteras de negocios.

Relaciones. Factores que la afectan. En el contexto de los Mercados Financieros la *duration es una medida del promedio de vida de una inversión.* Para un bono zero coupon, la *duration* de la inversión es el período de tiempo remanente hasta la expiración o vencimiento del mismo.

Para un bono que devenga *pagos de rentas semestrales (periódicas)* se debe llevar a cabo algún **método de promediación** para arribar a una estimación de vida representativa.

Otras acepciones de *duration* pueden servir de guía para comprender el concepto:

- es el punto futuro en el tiempo en el que, en promedio el inversor habrá recibido la mitad de la inversión original ajustada por el valor tiempo del dinero.
- es el punto de balance de la corriente de flujo de fondos de un bono, donde estos flujos están expresados en términos de valor presente.

La *duration está positivamente relacionada con el tiempo remanente de vida de un bono.* Un bono a 30 años tendrá una mayor *duration* que un bono a 10 años, incrementándose la *duration* a medida que el tiempo de la expiración es mayor, pero haciéndolo a tasa decreciente. Para un bono zero coupon se incrementa a tasa constante.

La *duration está inversamente relacionada con el cupón de renta de un bono.* Un alto cupón de renta de un bono se corresponde a una baja *duration*. Esta desciende a una tasa decreciente a medida que el cupón de renta se incrementa.

La explicación es la siguiente: los altos valores de cupones de bonos tienen mayores flujos de fondos en efectivo que se suceden antes de la expiración del título, reduciendo la influencia del pago del principal en el cálculo de la *duration* en la fecha de la expiración.

La *duration está inversamente relacionada al monto de intereses corridos de un bono.* El cálculo de la *duration* toma el precio total (cotización más intereses corridos) entonces el valor de los intereses que median entre el pago de dos servicios de renta influyen sobre la *duration* de un bono. Los intereses corridos son esencialmente una inversión en efectivo con una *duration* igual a cero. Cuanto más grande la proporción del precio de un bono que es atribuible a los intereses corridos menor será la *duration* del bono.

La *duration está inversamente relacionada con la tasa de rendimiento implícita del bono considerado* (TIR del bono). Altas tasas internas de retorno equivalen a bajas *duration*s. Esta cae cuando la tasa de interés sube porque el procedimiento de descuento del valor presente asigna menores ponderaciones a los flujos de fondos más lejanos en el tiempo, y asigna mayores ponderaciones a los flujos más cercanos.

Duration como Medida de Riesgo. Los niveles de tasas de interés han sido inestables y las fluctuaciones en las mismas representan problemas tanto para reunir fondos como para el inversor que desea formar carteras que aumenten de valor o que desean generar un ingreso relativamente estable de la inversión.

Como sabemos el precio de un bono es inversamente proporcional al rendimiento de rescate de ese bono, con aumentos (o disminuciones) del rendimiento y que conducen a declinaciones (o aumentos) en el precio del bono.

Por otro lado los bonos con más largo plazo de vencimiento son los que se verán más impactados por los cambios en las tasas de interés. Son los más volátiles.

Los inversores en bonos están interesados en el precio del bono, su cupón y la tasa de reinversión que se puede ganar sobre los cupones. También se evaluará sobre riesgos por incumplimientos.

Las tasas de interés ampliamente fluctuantes, van a causar que tanto los precios como las tasas de reinversión se hagan altamente inciertos y por lo tanto el valor de cualquier cartera de bonos puede ser volátil.

Ante estas consideraciones, el término de vencimiento de un bono va a proveer información útil sobre la sensibilidad de la tasa de interés y la duración de un bono ofrecerá más y mejor calidad de información al relacionar el plazo hasta el vencimiento con los efectos del cupón y los rendimientos.

La Duration de un bono provee una medida de la vida de un bono. Es una vida promedio de un bono. Refleja el hecho de que se recibe efectivo sobre un bono antes de la fecha de vencimiento en forma de pagos de cupón. La duración se mide promediando las veces en que se recibe efectivo sobre un bono siendo la ponderación igual a la proporción del valor del bono pagada en ese período.

La duration de un bono *puede magnificar o disminuir el impacto en el precio de un cambio en la tasa de interés*. La declinación del precio para un aumento de la tasa de interés va a ser mayor cuanto más alta sea la duración del bono. Esto *sugiere* una **Estrategia Activa de Bonos**, en la cual si se espera que las tasas de interés suban (bajen) se disminuya (aumente) la duración de la cartera de bonos. Esta estrategia dependerá del éxito sobre los pronósticos en las tasas de interés. En particular *va a funcionar bien para movimientos pequeños en las tasas de interés* (y con curva de rendimiento plana).

Cuando suba la tasa de interés los precios de los bonos van a caer, aunque aumentarán los retornos sobre los cupones reinvertidos. Estos impactos son opuestos y son los que suministran la **base para la Estrategia de Inmunización**.

Por ejemplo podemos tener una obligación fija que tiene que ser satisfecha con una cartera de bonos. Si esta cartera ha sido establecida de manera tal que a las tasas de interés prevalecientes, la cartera de bonos (con reinversión de cupones intermedios) va a ser igual a esa obligación a la fecha de la misma y la duración es igual al período de tiempo hasta la fecha de la obligación, entonces el valor de la cartera de bonos va a ser igual al de la obligación si cambian las tasas de interés. Esta cartera de bonos está inmunizada.

Hay otras medidas alternativas de duración cuando las tasas de interés de corto plazo se mueven en dirección opuesta a la tasa de interés de largo plazo y cuando las tasas de corto plazo son más volátiles. En estos casos se utilizan modelos basados en factores.

La duración *como medida del riesgo de la tasa de interés explica aproximadamente el 75% del riesgo de las tasas de interés*. Otros factores son la liquidez, los impuestos, el riesgo por incumplimiento.

La *sensibilidad de un bono o de una cartera de bonos* puede describirse y resumirse por un **“beta de un bono”** que es análogo a la beta de las acciones. El inversor en bonos va a elegir carteras con betas bajas como un medio de disminuir el riesgo o la volatilidad de la cartera de bonos.

El beta de la cartera x va a estar dada por la covarianza de la cartera x con la cartera de referencia dividido por la Varianza de la cartera de Referencia. Si la cartera está bien diversificada y el beta es menor a 1 va a ser menos volátil que la cartera de referencia. Esto aunque las duraciones de las carteras “ x ” y de referencias sean iguales.

Tipos de Duration.

A) *Duration de Macaulay*

El concepto de Duration fue desarrollado por Frederick Macaulay en 1938 y hace referencia al vencimiento promedio de la corriente de flujos de caja de un título de renta fija.

Macaulay pensó que el concepto de duration serviría para describir el promedio de vida de un bono considerando todos los flujos de fondos y el valor tiempo del dinero.

La duration se obtiene calculando la media ponderada de los vencimientos de cada flujo implicado en el mismo.

Las ponderaciones para cada período de tiempo t son iguales al valor actual de los flujos de caja en cada período de tiempo (intereses-cupones o su principal, multiplicados por sus factores de descuento respectivos) divididos por el valor actual del bono.

En forma discreta, la expresión matemática de la Duration es:

$$D = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{t Q_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{Q_t}{(1+r)^t}}$$

O bien

$$D = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{t Q_t}{(1+r)^t}}{P_0}$$

En esta expresión P_0 representa el precio de Mercado del bono en la actualidad, Q_t es el flujo de caja del período t (cupón + principal), r es la tasa de rendimiento hasta el vencimiento, n es el número de años hasta el vencimiento.

Ejemplo Bono de \$ 10.000 que paga 12% interés anual
Rendimiento anual estimado 14.50%

Período	Flujo de Caja	Factor Descuento	Valor Actual	Valor Actual x n
1	1,200.00	0.873	1,048.03	1,048.03
2	1,200.00	0.763	915.31	1,830.63
3	1,200.00	0.666	799.40	2,398.20
4	1,200.00	0.582	698.17	2,792.67
5	11,200.00	0.508	5,691.03	28,455.13
Po=			9,151.94	36,524.67

Duration= 36524.67/ 9151.94

D = 3.991

En este caso se puede apreciar que hay una diferencia de 1,01 años con relación a la vida de la emisión que se debe a que parte de los flujos de tesorería se reciben antes del vencimiento del bono.

B) Fórmula Simplificada de la Duration de Macaulay

En esta expresión r es el rendimiento de la emisión, c es el tipo de interés del cupón y n el número de períodos que quedan hasta el vencimiento.

Es necesario poner todos estos valores en términos anuales o semestrales según sea que la emisión pague cupones en forma anual o semestral.

$$D = \frac{1+r}{r} - \frac{n(\%c - r) + (1+r)}{\%c(1+r)^n - (\%c - r)}$$

$$r = 0.145$$

$$\%c = 0.12$$

$$n = 5$$

$$D = \frac{1 + 0.145}{0.145} - \frac{5(0.12 - 0.145) + (1 + 0.145)}{0.12(1 + 0.145)^5 - (0.12 - 0.145)} = 3.9909$$

C) Duration Modificada

Para **conectar los conceptos de volatilidad y duración** debemos manejar el concepto de *Duration Modificada*.

La **volatilidad** de los bonos *es la sensibilidad de su precio de mercado con relación a los cambios que se produzcan en el tipo de interés*.

Podríamos estudiar la variación que se produce en el precio del bono con respecto a un incremento de un 1% sobre el rendimiento hasta el vencimiento del mismo.

Expresaremos la Duration Modificada D^* como:

$$D^* = \frac{D}{1 + \frac{r}{m}}$$

en la cual D es la Duration de Macaulay, r el rendimiento anual hasta el vencimiento y m el número de veces que se paga el cupón por año ($m=2$ es semestral; $m=4$ es trimestral).

La duration de Macaulay requiere de una modificación en función de lograr una mayor precisión al considerarla como una medida de riesgo.

La duration modificada se puede utilizar como una medida de sensibilidad de la cotización del bono ante cambios en la tasa de interés.

$$\text{Cambio \% Precios del bono} = - \text{Duration Modificada} \times \text{Cambio en tasa de Interés (puntos básicos)}/100$$

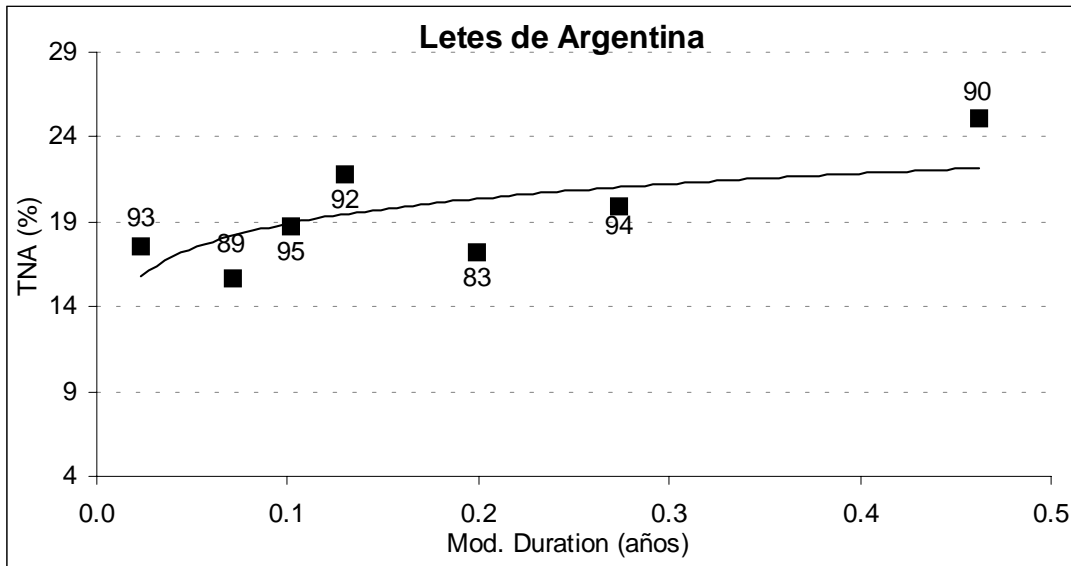
$$\text{Cambio Precio Bono} = - D^* \times \text{BP}/100$$

Entonces, frente a cambios en la tasa de interés conociendo la Duration podemos explicar cambios en los precios de los bonos. Los precios de los bonos están inversamente relacionados a los rendimientos de los mismos. Por eso la Duration Modificada está precedida por un signo menos (Relación Inversa).

La Duration Modificada en la fórmula inmediata precedente actúa como un multiplicador; cuanto más alta sea la D^* mayor será el impacto en el precio ante un cambio en la tasa de interés.

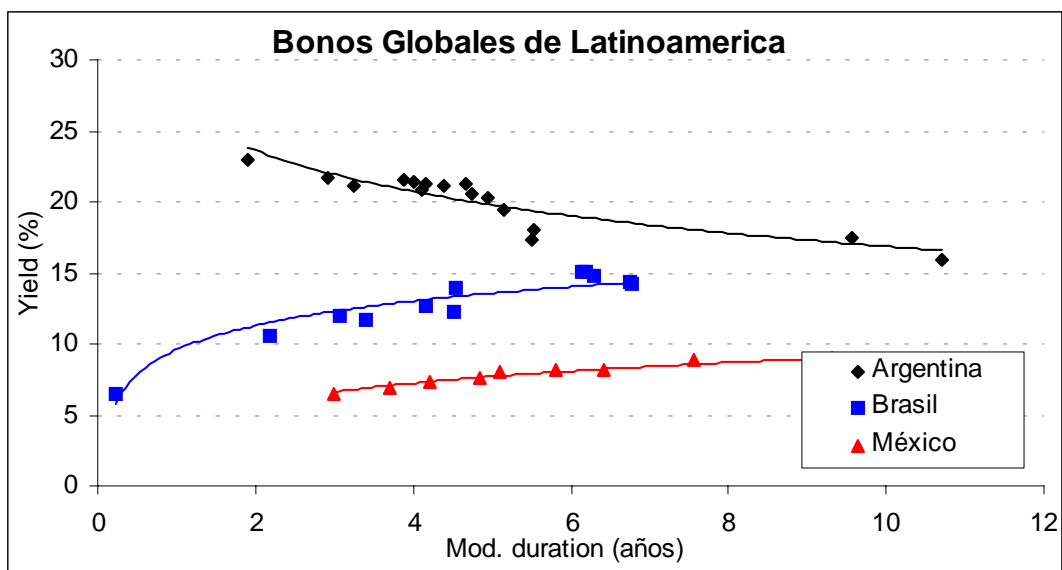
Por último grandes cambios en la tasa de retorno conllevan importantes cambios en el precio de un bono.

La sensibilidad del precio de un bono es un indicador de riesgo. La Duration Modificada es una medida de ese riesgo.



Observaciones

- 1) El concepto de Duration incorpora el plazo al vencimiento y el efecto cupón en una medida de sensibilidad del precio a la tasa de interés. Esto permite comparar diferentes bonos entre sí.
- 2) Se puede comparar la duration de un portafolio por medio de un promedio ponderado de las durations de sus activos. Los factores de ponderación vienen dados por los valores de mercado de los activos con respecto al valor total de mercado del portafolio completo.
- 3) Para un bono cupón cero, por definición la duration coincide con el plazo al vencimiento.
- 4) Si deseamos calcular la Duration modificada en términos anuales cuando calculamos la Duration de Macaulay debemos tener la precaución de dividirla por el número de subperíodos que hay en el año.



Relaciones entre el Precio de un Bono y su Rendimiento utilizando la Duration Modificada CASO

Bono a 20 años, cupón 5%, tasa de rendimiento (yield to maturity) del 9% y precio del 63,1968. La Duration de Macaulay es de 10.87. Pago del cupón semestral.

1) Calculamos la Duration Modificada.

$$10.87 / (1+0.09/2) = \mathbf{10.4}$$

2) Variación del Rendimiento del 0.1%

Variaciones pequeñas

$$\text{Si TIR aumenta de 9\% a 9.10\%} = \Delta P/P = -10.40 \times (0.001) \times 100$$

$$= -1.04\%$$

$$= \text{vs Real } -1.03\%$$

$$\text{Si TIR baja de 9\% a 8.90\%} = \Delta P/P = -10.40 \times (-0.001) \times 100$$

$$= 1.04\%$$

$$= \text{vs Real } 1.03\%$$

3) Variaciones del Rendimiento del 2%

Variaciones más grandes

$$\text{Si TIR aumenta de 9\% a 11\%} = \Delta P/P = -10.40 \times (0.02) \times 100$$

$$= -20.80\%$$

$$= \text{vs Real } -17.94\%$$

$$\text{Si TIR baja de 9\% a 7\%} = \Delta P/P = -10.40 \times (-0.02) \times 100$$

$$= 20.80\%$$

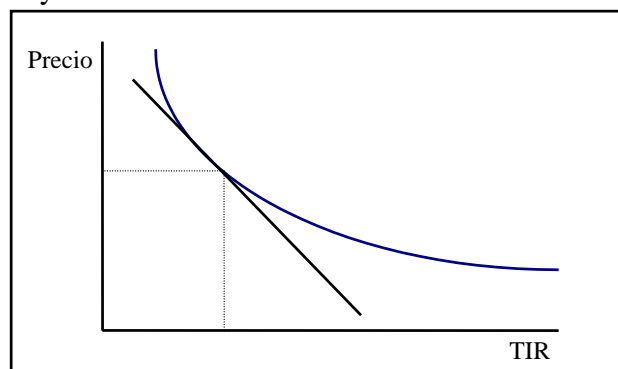
$$= \text{vs Real } 24.44\%$$

Concluimos que para cambios porcentuales “pequeños” la duration es una buena aproximación de la variación del precio. Estima un cambio porcentual simétrico en el precio del bono, que no es una propiedad de la relación que existe entre el precio y el rendimiento.

Ante una baja en el rendimiento la duration subestima la variación del precio, y ante un aumento en el rendimiento sobrestima la variación del precio. Para evitar estos errores de estimación usamos la **Convexidad**.

Aplicaciones de la Duration Modificada. La pendiente de la curva de Precio-Rendimiento de un bono en un punto (representada gráficamente por la tangente a la curva en ese punto), se mide por la derivada del precio ante cambios en la Tir, $dP/dTIR$, o sea: $-Duration Modificada \times P$.

En el siguiente gráfico podemos observar que éste cálculo es un buen indicador de la tasa de cambio del precio del bono sólo en el caso de un pequeño cambio en el rendimiento. Para cambios mayores, la subestimación del precio que surge de este cálculo se torna más crucial. Esto es aún más grave cuanto mayor sea la convexidad de la curva.



Cuanto mayor sea la Duration Modificada, mayor será el impacto en el precio ante un cambio en la TIR requerida. Además, para un bono con una “duration” determinada, cuanto mayor sea el cambio en la TIR, mayor será el cambio en el precio.

Ejemplo: El bono FRB tenía al día 11/06/99 una TIR del 13.56%. Dado que la Duration Modificada es de 2.46 años, resulta que ante una suba de 50 puntos básicos en la TIR (de 13.56% a 14.06%), el precio bajará un 1.23%.

$$\text{Variación \% Precio} = (-DM) \times (\text{Var. TIR en bps} / 100) = (-2.46) \times (50 / 100) = -1.23\%$$

Propiedades de la duration y duration modificada

Propiedad 1: A mayor interés pagado por el bono menor duration.

Propiedad 2: Dados los intereses y la TIR, la duration será mayor cuanto más larga sea la vida del bono.

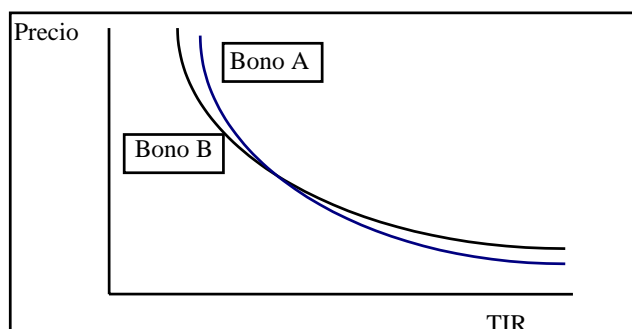
Propiedad 3: Dados los demás factores, a medida que aumenta la TIR, se reduce la duration y por ende la volatilidad del precio.

Un bono es un paquete de instrumentos de zero coupon. Un título debería ser visto como un conjunto de flujos de fondos, donde cada uno sería como un instrumento de zero coupon, y con fecha de vencimiento en la fecha en que sería pagado y el valor del principal igual al flujo.

Si un bono es visto como un instrumento de zero coupon, cómo debería valuarse? El valor del bono es el valor total de todos los instrumentos de cero cupón. Y el valor de cada uno es determinado descontando el principal a una tasa que es única para ese instrumento. Pero cuál sería el rendimiento que debería usarse para valorar cada uno de ellos? El rendimiento mínimo es la tasa que el tesoro debería pagar si emitiera un bono cero cupón con similar vencimiento al flujo de fondos analizado.

Convexidad (Convexity). Los cálculos basados en la duration son aproximaciones que se obtienen ante pequeños cambios en la TIR, pero no capturan la convexidad de la relación precio-TIR si los cambios son de mayor magnitud.

Error que se incurre al estimar el precio basándose únicamente en la Duration. Es decir que ante una baja en la TIR, la duration subestima el cambio en el precio y ante un aumento lo sobrestima. El término Convexity surge del hecho que la curva Precio-Rendimiento es convexa al origen del gráfico.



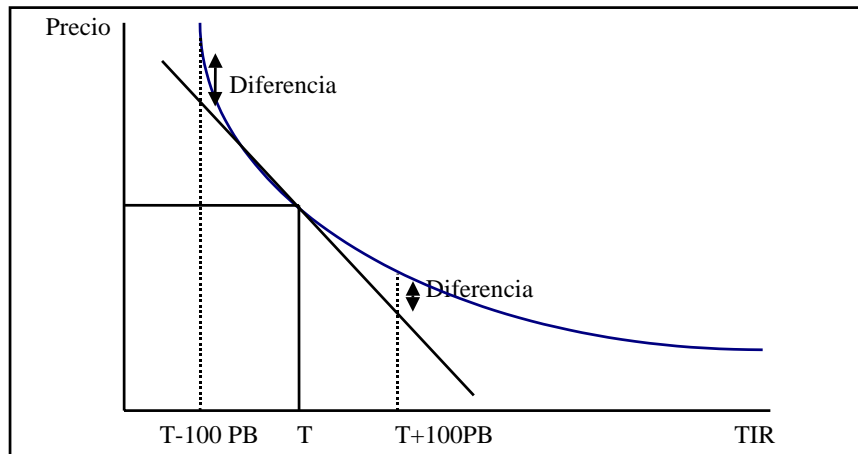
La Convexity se mide por la brecha o diferencia existente entre la línea tangente de la curva de Precio - Rendimiento y la curva misma en un punto determinado. Podemos definir entonces a la convexity como la diferencia entre el precio real (actual) y el precio del bono estimado por la línea de Duration Modificada. Matemáticamente la duration modificada es la primera deriva

da de la relación precio - rendimiento. La convexidad es la segunda derivada de esta relación. Es una expresión de la tasa de cambio de la duration modificada ante variaciones en el rendimiento. En términos más simples la duration modificada es la pendiente de la curva precio - rendimiento en un determinado punto a lo largo de la curva, mientras que la convexidad es la brecha existente entre la línea tangente de la duration modificada y la curva de precio - rendimiento.

En términos porcentuales la convexidad es el cambio incremental en el precio, no atribuible a la duration modificada.

La Convexity está relacionada con la segunda derivada de la curva precio - rendimiento.

Matemáticamente $(-Duration\ Modificada * P)$ es la primera derivada de la relación precio - rendimiento, y la Convexity es la derivada de esta misma relación.



La Convexity es entonces el cambio incremental en el precio real del bono ante un cambio en su TIR no atribuible a la Duration Modificada:

$$\text{Convexity (en \$)} = \text{Precio Real del Bono} - \text{Precio estimado del Bono}$$

$$\text{Convexity (en \%)} = \text{\% de cambio real en el precio del bono} - \text{\% de cambio estimado en el precio del bono}$$

Volviendo al ejemplo del bono, podemos calcular su convexity partiendo de una TIR del 10.00%

TIR (1)	Precio (2)	Var%Precio (3)	(DM)*VarTIR (4)	Convexity (5)=(3)-(4)
10,00%	89,875	0,00%	0,00%	0,00%
10,01%	89,850	-0,03%	-0,03%	0,00%
10,10%	89,600	-0,31%	-0,32%	0,01%
11,00%	87,180	-3,00%	-3,48%	0,48%

La importancia de la Convexity se hace más evidente cuanto más grandes son las diferencias respecto del precio inicial.

Factor de Convexity. Para realizar comparaciones de la *convexity* entre distintos bonos con misma *duration*, es necesario disponer de una expresión estandarizada de la misma. Al medirse en las mismas unidades que la Duration Modificada, ambas pueden sumarse para obtener una medida superior de estimación de la sensibilidad del precio de un bono. Este es el concepto subyacente detrás de un Factor de Convexity.

$$\text{Factor de Convexity} = \frac{1}{2} \frac{d^2 P}{dTIR^2} \frac{1}{P}$$

donde

$$\frac{d^2 P}{dTIR^2} = \text{derivada segunda del precio ante cambios en la TIR}$$

Cálculo del “Factor de Convexity” Calculando la segunda derivada del precio con respecto a la TIR se obtiene lo siguiente:

$$\frac{d^2 P}{dTIR^2} = \sum_{t=1}^n \frac{t(t+1)C_t}{(1+TIR)^{t+2}}$$

El Factor de Convexity se calcula entonces según la siguiente fórmula:

$$\text{Factor de Convexity} = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \frac{t(t+1)C_t}{(1+TIR)^{t+2}} \frac{1}{P}$$

Relaciones de la Convexidad. El Factor de Convexity es positivo en el caso de funciones convexas, como son las que surgen de los bonos. Cuando aumenta la TIR de un bono, cae su convexidad y viceversa. La convexidad está positivamente relacionada a la duration del bono subyacente. Los bonos con altas durations tienen grandes convexities, mayores que los títulos de corta duration. La convexidad es una función creciente de la duration y también está positivamente relacionada a la volatilidad del rendimiento del mercado, de tal manera que la alta volatilidad en las tasas de rendimiento genera grandes efectos convexity.

Ejemplo de Convexidad, Duration Modificada y Duration (FRB)

Fecha de valuación	16-Ago-01	Paridad	74,9138
Fecha de Inicio del Cupón	30-Mar-01	V.Técnico	65,3746
Precio clean	47,60		
Precio dirty	48,97	TIR Anual	25,641%
Cupón Corriente	5,5625%	TNA	24,16%
Cupón corrido \$ p/c 100	1,3746	Average Life	1,87
Current yield	7,4790%	Duration	1,51
Swap LIBOR (pagos semianual)	4,214	Modified Duration	1,34
Pago Int.	180	convexidad	1,60

FLUJO DE FONDOS					
Fecha de vencimiento	LIBOR proyectada	Renta -en u\$s-	Amortiz. -en u\$s-	Cupón	días h/cupon t
16-Ago-01				-48,97	
31-Mar-00	6,8125		8,00		
29-Sep-00	7,3750	2,98	8,00		
30-Mar-01	7,6250	2,78	8,00		
28-Sep-01	5,5625	1,80	8,00	9,800	43
28-Mar-02	5,0265	1,42	8,00	9,415	224
30-Sep-02	5,0265	1,25	8,00	9,247	410
31-Mar-03	5,0265	1,02	8,00	9,016	592
30-Sep-03	5,0265	0,82	8,00	8,818	775
31-Mar-04	5,0265	0,61	8,00	8,613	958
30-Sep-04	5,0265	0,41	8,00	8,409	1141
31-Mar-05	5,0265	0,20	8,00	8,203	1323

5.466,00						
PV	t*PV	Sum Amort	días * w.a.l.	t*(t+1) (en años)	PV*(t*(t+1))	Capital Residual
						88,00
						80,00
						72,00
9,540	410,21	8,00	344,00	0,13	1,26	64,00
8,185	1.833,34	8,00	1792,00	0,99	8,11	56,00
7,155	2.933,68	8,00	3280,00	2,39	17,07	48,00
6,227	3.686,18	8,00	4736,00	4,25	26,48	40,00
5,431	4.208,93	8,00	6200,00	6,63	36,02	32,00
4,731	4.532,61	8,00	7664,00	9,51	45,01	24,00
4,120	4.700,42	8,00	9128,00	12,90	53,13	16,00
3,587	4.744,98	8,00	10584,00	16,76	60,12	8,00
48,97	27.050,35	64,00	43.728,00	53,57	247,19	528,00

Si la tir aumenta 200 puntos basicos

Variacion por efecto duration=	-2,68%
Variacion por convexity=	0,03%
Variacion del precio en %=	-2,65%

Duration + Convexity. Incorporando la Convexity en el cálculo de las variaciones de precio ante cambios en la TIR es posible establecer una mejor estimación del comportamiento actual del precio de un bono, que la que surge de considerar sólo la Duration.

$$\text{Cambio \% del precio} = -DM \times \Delta \text{TIR} + \text{Factor de Convexity} \times (\Delta \text{TIR})^2$$

Si comparamos el cálculo de la variación en el precio a partir de la Duration Modificada (DM) y Factor de Convexity (FC) con el resultado que surgiría de un tabla de sensibilidades (REAL), surge que dicho cálculo resulta ser una buena aproximación a la variación real del precio; y que el Factor de Convexity será más o menos importante en el cálculo según el grado de convexidad que presente el título. Podemos entonces afirmar que la convexidad siempre agrega un factor positivo a la ecuación del cambio del precio. Es decir que la Convexity es un atributo positivo para un bono. Evidentemente, este factor afectará el precio de cada bono, en mayor medida cuando se esperan grandes cambios en las TIR de mercado.

Estamos en condiciones de realizar nuestros cálculos de una manera más precisa ya que al incorporar la convexidad tendremos en cuenta el “cambio total”. Si deseamos calcular el cambio porcentual del precio ante cambios en la TIR, deberemos utilizar la siguiente expresión:

$$dp = - \text{Duration Modificada} \times dy \times 100 + 0,5 \times \text{Convexidad} \times dy$$

Bonos a tasa flotante y Duration. El caso de bonos a tasa flotante, como lo son la mayoría de los bonos argentinos, difiere substancialmente de los bonos a tasa fija, ya que las variaciones de la tasa de interés no solo afectan a la tasa de descuento, sino también al flujo de fondos, generados por la variabilidad de la tasa de los cupones.

1. Cuando un bono con tasa variable cotice a la par, su precio no se verá afectado por un aumento (disminución) en la tasa de interés; el efecto negativo (positivo) del mayor (menor) descuento se compensa con los mayores (menores) pagos de renta (en la medida que la tasa de los cupones sea una tasa de interés representativa de la economía donde se produce el incremento). En este caso, la TIR será la misma que la tasa vigente.

2. Cuando un bono con tasa variable que cotice debajo de la par (es decir que tiene una prima de riesgo positiva, $q > 0$), será necesario distinguir entre variaciones en la tasa de Interés Libre de Riesgo (R_f) y la Prima de Riesgo (q).

Cuando aumenta la Tasa Libre de Riesgo, el precio tiende a subir, ya que los pagos de renta aumentan en una cierta proporción, la tasa de descuento lo hace en menor medida por tener un componente fijo dado por la Prima de Riesgo. Es decir que la TIR requerida por el mercado aumentará proporcionalmente menos que la Tasa Libre de Riesgo.

La relación positiva entre la variación en la Tasa Libre de Riesgo y el Precio se mantiene aún cuando existe un spread fijo sobre dicha tasa, siempre que el spread sea menor al riesgo implícito en el descuento de los flujos (es decir, siempre y cuando el título cotice debajo de la par). La relación entre las variaciones en la tasa de interés y el precio del bono se hacen negativas en el caso en que el bono cotice por encima de la par.

En síntesis, mientras que en bonos a tasa fija la relación entre la tasa de interés y el precio es siempre negativa, en el caso de un bono a tasa flotante, será mayor, menor o igual a cero, según el bono cotice por debajo, sobre o a la par.

Por lo tanto al aplicar los conceptos de *Duration* y *Convexity* con los bonos argentinos que son a tasa flotante, se debe tener extremado cuidado.

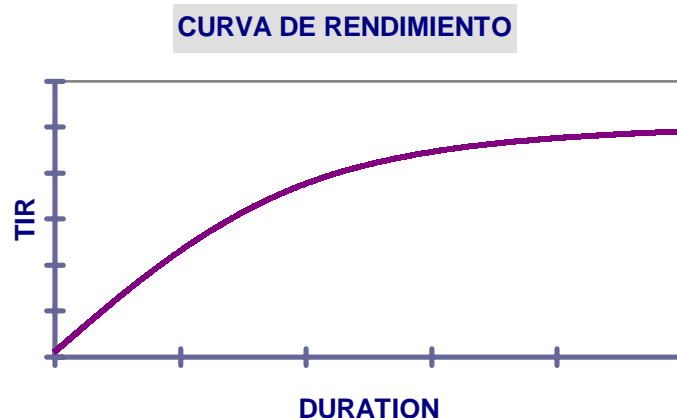
Su aplicabilidad resulta inalterada si se considera que los cambios en la TIR se deben a cambios en el Riesgo País, y no a cambios en la Tasa Libre de Riesgo. Y, dada la mayor volatilidad del Riesgo País en comparación con la de la tasa de interés, este supuesto resulta razonable.

Aplicaciones de la duration

1. Curva de Rendimiento (Yield Curve).

La relación inversa entre la TIR de un bono y la duration, analizada anteriormente, se aplica a cada bono en particular. Al comparar entre distintos bonos, se observa que cuanto mayor sea la duration de un bono, mayor será su TIR. La explicación es la siguiente: un bono con una duration mayor implica un riesgo mayor, lo que exige, al mismo tiempo, un mayor rendimiento.

Esta relación es la que da lugar a la *curva de yield*, que muestra la relación entre el rendimiento (medido a través de la TIR) y la duration de distintos bonos. La misma supone que los títulos involucrados difieren únicamente en su duration y por lo tanto, poseen igual riesgo crediticio. Es decir, que lo que la curva intenta expresar es el riesgo implícito en la duration.



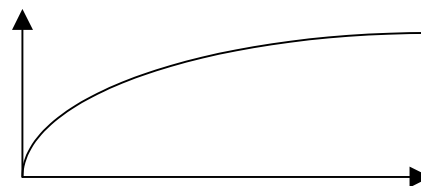
El cálculo de la Duration es el origen de los arbitrajes de títulos en base a la curva yield. De la variación en los precios que surja de un movimiento en las tasas de interés, los administradores de fondos de bonos harán los arbitrajes. Es decir, si se espera un traslado hacia arriba de la curva de yield, o sea, una suba en las tasas de interés, el administrador comprará bonos de menor duration por ser los que presentarían una caída menor en los precios. Si se espera una baja general en las tasas, la reacción sería la opuesta: una sustitución de títulos de menor Duration a favor de otros con Duration mayor. Por otra parte, expectativas de un achatamiento de la curva (dado por una mayor caída en las tasas de interés más lejanas), conducirían a la compra de bonos de mayor Duration.

La Duration, además, provee información para realizar coberturas ante el riesgo de tasa (por ejemplo, cuando se desea calzar la tenencia de bonos, contra el plazo de un pasivo). Los contratos a futuros de bonos permiten hacer coincidir esos plazos. La convexity otorga una mayor precisión para los cálculos de variación de precios. Sin embargo, en pos de una mayor simplicidad, muchas veces es ignorada sin afectar los cálculos significativamente.

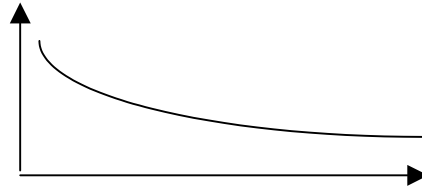
Cuando los inversores se refieren a la “curva de rendimiento”, usualmente significa la curva de rendimientos de los instrumentos emitidos por la tesorería general del gobierno central, conocidos como títulos libres de riesgo (risk-free), ya que los participantes del mercado residentes del país emisor no perciben riesgo crediticio alguno. Sin embargo a nivel de economía globalizada los bonos considerados libres de riesgo serán para toda economía emergente, los instrumentos emitidos por el Tesoro americano, y sobre la yield curve que trazan los mismos, se miden el spread o diferencial de tasa que debe pagar cada gobierno sobre su deuda con respecto a instrumento equivalente del gobierno americano.

A continuación se muestran cuatro curvas de rendimiento que han sido observadas en el mercado de bonos del tesoro americano (y que aparecen en la mayoría de los mercados de bonos).

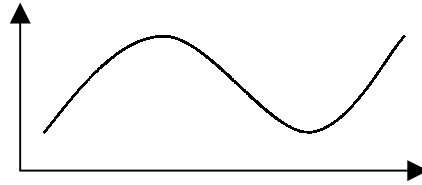
Este gráfico presenta una curva donde la tasa se incrementa junto con su vencimiento. Esta forma es comúnmente llamada “curva de rendimientos normal” (upward sloping or normal yield curve).



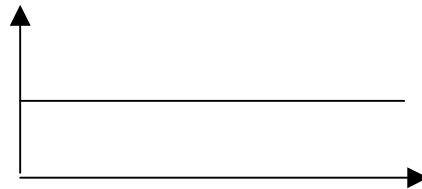
Esta es una “*curva de rendimiento invertida*” (downward sloping or inverted yield curve), porque las tasas disminuyen junto con el vencimiento.



La “*curva de rendimiento con joroba*” (humped yield curve) representada en la tercera figura, cuyas tasas inicialmente crecen hasta determinado momento, a partir del cual cambian su tendencia y disminuyen junto con el vencimiento.



Este gráfico presenta una “*curva rendimiento plana*” (flat yield curve) que se produce cuando las tasas son iguales sin importar sus vencimientos.



Varias teorías han sido propuestas para explicar la forma de la curva de rendimientos. El análisis de la curva de rendimiento en esta parte se basa en “*la teoría pura sobre expectativas de tasas de interés*”. De acuerdo a esta teoría, el único factor que afecta a la forma de la curva de rendimiento son las expectativas de mercado sobre las tasas de interés futuras.

Manejo de Carteras de Bonos. Inmunización

Las empresas necesitan en su accionar elaborar permanentemente proyectos de inversión, que como es obvio se desarrollan en el tiempo. En muchos casos cuentan con los fondos por anticipado y deben por lo tanto invertirlos para sacar rédito financiero hasta que deban cumplir con las obligaciones contraídas. Surge entonces la necesidad de inversión del monto disponible en una operación segura (condición suficiente) y que además sea líquido en su momento (condición necesaria). Una de las posibilidades es invertir en la compra de bonos ya sean públicos o privados. Para ello, lo primero que deberá realizarse es un estudio de rentabilidades y riesgos de acuerdo al bono que se trate.

Suponiendo que ya fue realizado el estudio de inversión de los fondos disponibles, y que se encontró el bono que satisface los riesgos aceptados y además ofrece una rentabilidad adecuada, el tema fundamental es proteger la inversión en bonos simultáneamente con los compromisos financieros resultantes de dicho proyecto, de las variaciones de las tasas de intereses. A este procedimiento se lo denomina en la jerga “*inmunización*”.

Desarrollaremos la técnica mencionada, a partir de una proyección de las futuras tasas de intereses.

Inmunización. Las carteras de títulos se encuentran expuestas a una variedad de riesgos a saber:

1. El incumplimiento en los pagos de los cupones (risk default).
2. Atrasos en los pagos.
3. Canjes de deudas.

4. Cambios en las tasas de rendimientos producto de cambios en las tasas de interés que se le exige a un título dado su riesgo haciendo que la reinversión de los cupones no pueda ser hecha a la tasa que inicialmente pagaba.

Para minimizar tales riesgos vinculados con el riesgo de crédito (los mencionados desde el punto 1 al 3), la diversificación de cartera es un método que utilizan habitualmente los *assets management*, a los efectos de que la probabilidad de incumplimiento en el pago sea baja.

El riesgo de tasa de interés debe ser analizado bajo dos perspectivas teniendo en cuenta las características intrínsecas de la emisión del título.

Si el bono es a tasa flotante, ante cambios de la tasa de interés, la probabilidad que cada uno de los cupones pague una tasa distinta a la proyectada es mayor. Por lo tanto ante una yield to maturity constante o definida en el momento de la adquisición, el precio del título cambiará por el cambio en las tasas proyectadas para el pago de sus cupones.

Sin embargo, este riesgo es de fácil cobertura, ya que se puede intercambiar flujos de fondos variables por flujos de fondos fijos (a tasa fija), dependiendo esta última del promedio de vida del bono y de la estructura de tasas de interés a futuro. A esta operatoria se le denomina swaps de tasa de interés, a la cual nos referiremos cuando abordemos el capítulo de productos financieros derivados.

El mayor problema al que se enfrenta un *portfolio manager* es al del cambio en la tasa que se le exige al bono y la forma de enfrentar este problema es el de la inmunización del portafolio cuyo principal objetivo reside en que el retorno realizado al horizonte de inversión sea por lo menos igual al retorno esperado en el momento de realizar la inversión.

La inmunización de la cartera puede realizarse creando un portafolio cuya duration iguale al horizonte de inversión, donde las ganancias de capital (perdidas) dadas por la tenencia de los bonos si las tasas de interés caen (suben), son compensadas por las pérdidas (ganancias) provenientes de las reinversiones de los cupones cobrados hasta el horizonte de inversión, por lo tanto el riesgo que enfrenta el portfolio manager es el efecto de cambios en las tasas de interés (en el sentido de rendimiento del bono) en el valor inmediato en el portafolio y en la tasa de reinversión a la que se coloque los cupones que se vayan cobrando.

Por lo tanto trataremos de maximizar la yield to maturity realizada de toda la cartera definida como: el rendimiento de la inversión inicial en n periodos.

Caso

Suponemos que tenemos \$ 1000 que deseamos invertir en una cartera de dos bonos:

1.- Face value (valor de devolución) de \$ 1.000 a cinco años que paga intereses anuales del 10 % a tasa fija, cuya yield to maturity es en la actualidad el 10 % entonces su precio hoy será \$ 1.000.- y su duration es de 4,17 años.

2.- Face value de \$ 1000 a ocho años que paga intereses anuales del 10 % tasa fija y la TIR del título es del 10 % por que el precio hoy es de 1000. La duration es de 5,87 años.

En ambos casos, el precio del bono es el mismo ya que la TIR es igual a la tasa fija de los cupones (cotiza sin descuento, o sea que la paridad es al 100 %).

Si el horizonte de inversión es de 5 años, se tendrá que invertir:

Bono a cinco años: 51,18 %

Bono a ocho años: 48,82 %

Duration del portafolio= $0,5118 \times 4,17 + 0,4882 \times 5,87 = 5$ años

Suponiendo la divisibilidad de los bonos entonces se invertirá:

Bono a cinco años= \$ 511,8

Bonos a ocho años= \$ 488,2

El cash flow proveniente del portafolio serán de \$ 100 por cada año en los primeros 4 años. Al quinto año el bono de cinco años vencerá recibiendo $0,5118 \times \$1100 = \$ 562,98$. El bono a ocho años pagará su quinto cupón y será vendido a dicha fecha a un precio que dependerá de las condiciones del mercado.

Para analizar cómo opera la inmunización del portafolio en este caso, supongamos que las tasas bajan del 10 % al 8 % al día siguiente en que se conforma la cartera. El valor futuro de la cartera al quinto año estará conformado por 4 componentes:

1. Valor futuro de los cupones que se fueron cobrando durante los primeros cuatro años y que fueron reinvertidos al 8 % anual =
2. $100 \times (1,08)^3 + 100 \times (1,08)^2 + 100 \times (1,08) = \$ 486,66$.
3. Valor futuro del vencimiento del bono a cinco años = \$ 562,98.
4. El pago del cupón al quinto año del bono a ocho años = $0,4882 \times \$ 100 = \$ 48,82$
5. Venta en el quinto año del bono a ocho años $0,4882 \times \$ 1051,36$ (valor actual descontado al 8 % de los cupones futuros del bono a ocho años. Suponiendo que la tasa de interés en el momento de la venta siga siendo el 8 % anual el valor total de la cartera al final del quinto año será de \$ 1.611,82, habiendo invertido \$ 1000 entonces la TIR efectiva anual será de 10,02 %.

El supuesto mas fuerte en que esta sustentada la inmunización de cartera es en que la TIR en el período de reinversión del cupón del cuarto año y el vencimiento del horizonte de inversión al quinto año, no cambie dado que me queda sin inmunizar o descalzado el bono de mayor duración en relación con el horizonte de la inversión.

Arbitraje entre Títulos

Average Life. No tiene aplicación técnica en las evaluaciones de arbitrajes entre títulos. Su objetivo principal es reflejar en forma indicativa en que plazo promedio se distribuye el pago del capital del instrumento en cuestión. Este plazo promedio será un número de referencia.

El AL se utiliza como denominador común para interpolar en la curva de US-Treasuries y de esta forma obtener el Spread Over Treasuries SOT. Para su cálculo no se incluyen los cupones de interés ni de capital pagados.

Ejemplo

Bono de 5 años, Con amortización anual en 5 cuotas iguales y consecutivas con un 5% anual pagadero semestralmente.

Fecha de Emisión: 1 de Enero de 2000

Fecha de Pago de Capital: 30 de Diciembre

Fecha de Pago de Intereses 30 de Junio y 30 de Diciembre

Fecha de hoy: 1 de Septiembre de 2001.

$$AL = 20\$ \times [(30-12-01)-(1-9-01)] + 20\$ [(30-12-2002)-(1-9-01)] + 20\$ [(30-12-2003)-(1-9-01)] + 20\$ \times [(30-12-2004)-(1-9-01)] \text{ dividido } (20+20+20+20) =$$

$$AL = 668 \text{ días} = 1,83 \text{ años.}$$

Caso de Arbitraje entre dos Títulos: Utilizando la Duration

Suponiendo los siguientes bonos:

Bono A: TIR 6,67%; Duration 1,18 años.

Bono B: TIR 7,58%; Duration 3,11 años.

¿Cuál es la tasa implícita que obtendría si pidiera prestado el Bono A, lo vendiera y su producido lo invirtiera en B?.

Tenemos:

$$[(1+TIR_{\text{bonoB}})^{1135/365}] / [(1+TIR_{\text{bonoA}})^{430/365} \times (1+TIR_{\text{F}})^{704/365}] = 1$$

Debemos averiguar la TIR F que es la tasa de financiamiento de la posición por el período que resta a partir que el Bono B vence, y que no debería ser superada para no perder. Es decir consiguiendo financiamiento por debajo de TIR F entonces podremos hacer el arbitraje entre ambos títulos. Vendo A y compro B.

TIR F es 8,15 %.

Rodolfo Oviedo planteó en las XIV Jornadas Nacionales de Administración Financiera (1994) otros usos de la Duration como herramienta para considerar la Sensibilidad del Valor Presente, el Riesgo de Cambio en la tasa de descuento, el cálculo del Valor Actual Neto y la Aditividad de la TIR.

Caso de Cobertura aplicando concepto de Duration para Decisiones de Inversión y de Financiamiento.

Aplicando el concepto de Duration veremos ahora la cobertura alcanzada al relacionar una Decisión de Inversión y una Decisión de Financiamiento, así como las modificaciones producidas en el Ratio de Cobertura.

Consideremos p.ej. la compra de una flota de camiones para transporte de sustancias alimenticias, y que producirán un flujo de fondos corriente anual de \$ 1.50 millones (ingresos cobrados menos costos operativos y otras erogaciones pagadas), durante un plazo de 6 años. Luego de este período habría que renovar la flota de camiones.

La tasa de costo de capital es del 11% anual. La Duration de esta decisión de inversión será:

Tasa Ko	Período	FF Cte	VA FFCte	n* VA FF
11%	1	1,50	1,35	1,35
	2	1,50	1,22	2,43
	3	1,50	1,10	3,29
	4	1,50	0,99	3,95
	5	1,50	0,89	4,45
	6	1,50	0,80	4,81
Equivalente al valor de la flota		VA =	6,35	20,29
		Duration =		3,20

Para la financiación de la flota podemos considerar la emisión de títulos de deuda por \$ 0.64 con vencimiento a un año y 5.71 con vencimiento a 4 años con un interés del 11% pagadero anualmente. La Duration de esta decisión de financiamiento será:

0.64 \$ a un año y 5,71 a 4 años 11%

Deuda a 1 año	0,64	10,08%
Deuda a 4 años	5,71	89,92%
	6,35	100,00%

Duration				
Deuda a 1 año		1		
Deuda a 4 años		3,4		
Tasa o	Período	FF Cte	VA FF Cte	n*VA FF
1%	1	0,63	0,57	0,57
	2	0,63	0,51	1,02
	3	0,63	0,46	1,38
	4	6,34	4,18	16,70

	5,71	19,66
Duration		3,4

Duration Promedio de la Deuda

$$\% \text{ Deuda 1 año x su Duration} + \% \text{ Deuda 4 años x su Duration}$$

$$0,1008 \times 1 + 0,8992 \times 3,40$$

3,20

Observamos que las Duration de las decisiones de inversión y financieras son similares razón por la cual en este caso el ratio de cobertura será del 100% para cambios en la tasa de interés. En este caso se ha minimizado el riesgo por cambio en la tasa y vemos con facilidad que la empresa se ha inmunizado frente a este tipo de riesgo:

Ratio de Cobertura

Duration del Activo	3,2
Duration del Pasivo	3,2
Cobertura= DurActivo/DurPasivo =	1

Podríamos considerar que toda la deuda se pague a 4 años entonces la Duration de la decisión financiera sería de:

Deuda a 1 año	0,00	0,00%
Deuda a 4 años	6,35	100,00%
	6,35	100,00%

Duration				
Deuda a 1 año			1	
Deuda a 4 años			3,4	
Tasa	Período	FF Cte	VA FF Cte	n* VA FF
1%	1	0,70	0,63	0,63
	2	0,70	0,57	1,13
	3	0,70	0,51	1,53
	4	7,05	4,64	18,57
			6,35	21,87
	Duration			3,4

Duration Promedio de la Deuda

$$\% \text{ Deuda 1 año x su Duration} + \% \text{ Deuda 4 años x su Duration}$$

$$0,00 \times 1 + 1,00 \times 3,40$$

3,4

Ratio de Cobertura

Duration del Activo	3,2
Duration del Pasivo	3,4

$$\text{Cobertura} = \text{DurActivo} / \text{DurPasivo} = 0,93$$

En este caso el porcentaje de cobertura frente a un cambio en la tasa de interés será de un 93%.

Si modificamos la tasa del 11% al 14% los cálculos serán:

Tasa Ko	Período	FF Cte	VA FFCte	n* VA FF
12%	1	1,50	1,34	1,34
	2	1,50	1,20	2,39
	3	1,50	1,07	3,20
	4	1,50	0,95	3,81
	5	1,50	0,85	4,26
	6	1,50	0,76	4,56
Equivalente al valor		VA	6,17	19,56
De la flota de camiones			Duration =	3,17

Deuda a 1 año	0,64	10,08%
Deuda a 4 años	5,71	89,92%
	6,35	100,00%

Duration	
Deuda a 1 año	1

Tasa	Deuda a 4 años	3,4		
Ko	Período	FF Cte	VA FFCte	n*VA FF
12%	1	0,63	0,56	0,56
	2	0,63	0,50	1,00
	3	0,63	0,45	1,34
	4	6,34	4,03	16,11
			5,54	19,02
	Duration			3,4

Duration Promedio de la Deuda

% Deuda 1 año x su Duration + % Deuda 4 años x su Duration
--

$$0,1008 \times 1 + 0,8992 \times 3,40$$

3,19

Ratio de Cobertura

Duration del Activo	3,17
Duration del Pasivo	3,19
Cobertura= DurActivo/DurPasivo	0,99

Vemos el efecto inmunizador de la Duration en el ratio de cobertura que prácticamente se mantiene en el 100%.

La Duration de la Decisión financiera dependerá en el caso de las dos emisiones de deuda también del porcentaje para cada una de ellas ya que la Duration promedio se afectará por el peso que tenga cada deuda.

Una Duration perfecta en este caso estaría dada por el pago de una deuda vg Sistema Francés de 6 cuotas de capital e interés de \$ 1.50 millones anuales. En este caso la Duration será de 3.20 años similar a la equivalente en la decisión de activo y el ratio de cobertura será del 100%.

III : RIESGO. MEDICIÓN. MÉTODO VaR. VALUACIONES CONTABLES.

Diferentes metodologías para medir el riesgo país.

Con el transcurso del tiempo ha variado los criterios adoptados para medir lo que los inversores denominan el indicador riesgo país, que se define como la sobretasa que debe pagar un estado soberano por su deuda por encima de la tasa libre de riesgo, esta última considerada como la tasa pagada por el gobierno norteamericano sobre su deuda pública.

Específicamente en Argentina, en primera instancia se ha tomado como referencia para medir el riesgo país (especialmente a partir del Plan Brady) el bono más representativo de la deuda argentina, que para esa época era el FRB (Floating Rate Bond), y esa representatividad estaba dada por el volumen emitido y operado de este título. Por lo tanto en función de los precios cotizantes y las Tasas de rendimientos resultantes de este bono, se obtenía la diferencia con respecto a la tasa pagada por el gobierno norteamericano por su deuda en el plazo o duration equivalente al bono argentino.

Sin embargo debido a la diversidad de las características de la deuda argentina (diferentes tipos de bonos), en cuanto a condiciones de emisión, momentos en que fueron emitidos, tenedores internos o externos, y considerando que Argentina comenzó a tener estabilidad económica monetaria (a partir de 1991), la negociabilidad de los títulos fue creciendo en el mundo global, razón por la cual a efectos de medir la prima por riesgo país englobando toda la deuda argentina, se realizó a través del gráfico yield curve. Esta medición era representativa de toda la deuda argentina con la relaciones entre las tasas de rendimientos y durations de sus componentes y también la misma medición servía como relación respecto a la deuda norteamericana. Como resultado de ello se calculaban las primas de riesgo país las que eran diferentes según los plazos involucrados.

Por ultimo, y en la actualidad, la mejor representación de la tasa de riesgo país (método más consensuado) es el indicador del J:P:Morgan, denominado EMBI PLUS, que es el elemento básico para la toma de decisiones de los inversores. Este permite facilitar el seguimiento comparado de los rendimientos de la deuda externa de países emergentes (reflejado en una sobretasa) frente al bono del tesoro estadounidense (T-Bond a 10 años), el título considerado como más seguro y líquido.

El EMBI incluye en su ponderación los bonos Brady, Eurobonos y bonos locales emitidos en dólares. El peso en dicha ponderación se establece según su promedio de rentabilidad diaria, la capitalización y la liquidez de cada instrumento.

Además deben cumplir con determinados requisitos mínimos como por ejemplo:

- a) Emisión mínima debe ser de U\$S 500 millones
- b) Calificación de riesgo menor o igual a BBB+/Baa1
- c) Vencimiento superior a 1 año.

Una vez seleccionados los bonos intervinientes en el índice, el JP Morgan aplica el criterio de liquidez que varía de L1 (el más líquido) a L5 (ilíquido). Los bonos se incorporan al índice el primer mes que logran L1 o L2 o bien cuando logran tres meses consecutivos en L3 y se eliminan los de poca liquidez (L4 y L5).

En caso argentino, con el megacanje lo que era el título más representativo ya fue dejado fuera del índice, siendo reemplazado por los nuevos bonos originados (Global 2008,18,31).

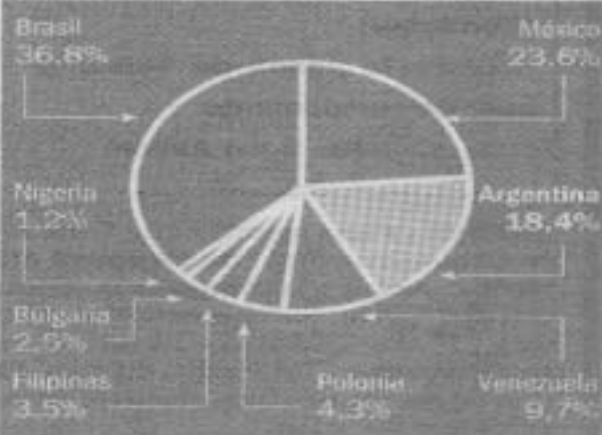
Esta dinámica de replica siempre tiene, al menos en un principio un efecto multiplicador en el comportamiento de los títulos. El que entra gana terreno de manera exponencial y viceversa. El índice EMBI plus representativo de la deuda de países emergentes es fundamental ya que los fondos e inversores que replican el índice se ven obligados a modificar en el mismo sentido sus carteras, manteniendo bonos de los distintos países según la ponderación que les otorga el indicador.



QUE ES EL EMBI+ ARGENTINA

- El EMBI (Emerging Markets Bond Index) es un índice global que sigue el mercado de bonos Brady y otros bonos soberanos.
- El EMBI les brinda a los inversores una buena herramienta de medición, y es un vehículo para el análisis de riesgo y ganancias que se pueden obtener en ciertos mercados.
- El EMBI incluye 25 "issues" de ocho países y tiene un valor combinado de 123.000 millones de dólares y una capitalización de mercado de 70.400 millones de dólares. El índice nació en diciembre de 1990, a partir de una metodología similar a la que J.P. Morgan utiliza para evaluar los bonos del Gobierno.

EMBI. PARTICIPACION DE LA ARGENTINA



La administración del riesgo

En la actualidad, el gerente financiero no solo debe optimizar decisiones de inversión y reducir costos de financiamiento, sino que además debe monitorear el comportamiento de los mercados en cuanto a los riesgos que ellos presentan.

Estos riesgos financieros pueden ser de liquidez, de tasa de interés, de tipo de cambio, cambio en los precios de los activos financieros, y como consecuencia de ellos fueron creadas operaciones de derivados para permitir a los agentes económicos que operan en el mercado buscar algún grado de cobertura (hedge) o bien por el contrario apalancar posiciones de determinados activos subyacentes.

En general los diferentes tipos de productos operan en mercados no regulados, sobre activos y se instrumentan como operaciones off-balance, poseen flexibilidad de plazo y monto, se liquidan por diferencia, y el riesgo lo asumen las contrapartes. Vg. Forward Rate Agreement (FRA), Swaps de Tasa de Interés, Futuros, Opciones, Caps, Floors and Collars.

Riesgo de Mercado. El crecimiento del mercado y la Globalización de la economía, junto al uso de productos financieros sofisticados (ej. derivados) dieron lugar a un incremento de la necesidad de capitalizar a los Sistemas Financieros y de las empresas de los países desarrollados y en vías de serlo, producto de los mayores riesgos financieros asumidos, lo cual permite hacer frente a las crisis financieras internacionales en mejores condiciones económicas y de solvencia.

Si bien en la Argentina el Mercado de Capitales no está muy desarrollado, la operatoria con productos derivados va en aumento y los resultados emergentes de las mismas tienen impacto y provocan cambios en la composición de los Balances de los agentes económicos.

La fuerte exposición de estos activos y la volatilidad de los precios permitieron el uso de modelos que consideren los riesgos por variaciones en los precios de los activos financieros.

Así entonces en el modelo de Valuación a Riesgo (Value at Risk; VaR) se define al riesgo de mercado como la máxima pérdida que puede experimentar el valor de un activo como consecuencia de un cambio adverso en su precio durante un período determinado.

En los activos con cotización, la medida tradicional de riesgo es la volatilidad, y se la define como el desvío estándar de los retornos del activo bajo análisis. Este desvío se mide como la variación diaria de precios respecto de su media, y para que el modelo entre en funcionamiento debe establecerse el nivel de riesgo que se pretende cubrir.

Se puede cubrir el riesgo de un activo particular, como también de una cartera de bonos y / u otros activos financieros que conformen la posición neta.

Modelo VaR simplificado para evaluar el riesgo de la tasa de interés

El riesgo por tasa de interés (o riesgo por descalce de plazos) que enfrenta un banco, es el riesgo de que su condición económica se vea afectada por cambios adversos e inesperados en las tasas de interés de mercado. Este riesgo existe cuando la sensibilidad de los activos de una entidad ante cambios en las tasas de interés no coincide con la sensibilidad de sus pasivos. Si los activos tienen mayor duración que los pasivos y están a tasa fija, un aumento en la tasa de interés reduce los ingresos netos por intereses. Los flujos originados en activos a tasa variable se ven afectados durante el período que se extiende hasta la fecha de ajuste en la tasa.

El hecho de que las inversiones puedan caer o elevarse en forma inesperada hace que el riesgo primario asociado a la inversión, es decir el riesgo de mercado, esté representado por la variabilidad de los rendimientos futuros esperados de la inversión. Entonces una inversión será calificada como de alto o bajo riesgo en función a la variabilidad de sus rendimientos, a su vez a mayor riesgo asociados mayores rendimientos.

En la gestión de la cartera se utilizan portafolios referentes o benchmarks. Su utilidad consiste en permitir a la administración establecer índices de performance de la propia cartera por

un lado y por el otro analizar las distintas estrategias de inversión de los retornos y riesgos excepcionales respecto del benchmark.

Sumado a la volatilidad usual de los mercados debemos agregar la volatilidad del mercado de divisas. Esto puede afectar sobre todo a las inversiones que se realizan fuera del país de origen, es decir que sufren un riesgo extra, desde el momento en que se pueden producir grandes ganancias que pueden perderse al convertirlas a la moneda local por la diferencia de cambio.

También se presentan otras razones que pueden ocasionar pérdidas que también vale la pena pensar para evitarlas.

- a) Ratio de protección inadecuado o errores en las estimaciones de variables fundamentales de mercado como ser la volatilidad o la correlación entre el portafolio y el índice bursátil pueden producirse pérdidas inesperadas.
- b) Asunción de que el mercado financiero es líquido cuando no lo es.
- c) Desconocimiento de las Normas vigentes en la actividad bursátil.
- d) No anticipar gastos legales por posibles pleitos puede producir pérdidas.

El riesgo puede ser definido más precisamente en términos de una distribución de probabilidades como el desvío de la distribución. El VaR es un parámetro que mide esos desvíos. El desvío estándar surge de un modelo de utilidad como una medida de riesgo suficiente siempre que las distribuciones sean normales. El VaR es completamente compatible con esta medida de riesgo cuando las distribuciones son normales ya que existe una relación directa entre probabilidad de pérdida y desvío estándar.

El VaR también nos da una idea de cómo cree el administrador que es la futura distribución de los cambios en el valor de la cartera y nos muestra la aversión al riesgo del decisor. Cuanto más adverso a las pérdidas sea el decisor más conservador será el nivel de probabilidad elegido.

Parámetros. Para el cálculo del VaR es imprescindible definir los parámetros que se presentan:

Horizonte: consiste en el período de tiempo para el cual se calcula el VaR de una cartera. Lo ideal es que el período que se elija sea el más largo que se necesite para la liquidación metódica de un portafolio. Un horizonte aceptable para un portafolio de un banco que invierte en divisas altamente líquidas, podría ser entre cinco a diez días dependiendo del volumen y liquidez del mercado que se trate. Distinto es el caso para un gerente de inversión que realiza balances e informes mensuales, para el cual un horizonte más acertado podría ser 30 días. La elección que se haga del horizonte de tiempo para el cálculo del VaR, es determinante en el resultado, ya que cuanto mayor sea éste, mayor será el rango de fluctuación del nivel de precios de los componentes de la cartera, y consecuentemente la posible pérdida.

Nivel de Confianza: la elección del nivel de confianza dependerá del uso que se le dé al VaR resultante. Es decir, que si el VaR será utilizado para calcular un capital de protección, entonces la elección de este nivel es fundamental, ya que deberá tener en cuenta y reflejar el grado de aversión de la compañía al riesgo y el costo de una pérdida de VaR excedente. En definitiva cuanto más alto sea el nivel de certidumbre exigido para que la pérdida no exceda el valor del VaR, mayor también será su valor.

Moneda de referencia: La elección de la moneda de referencia determinará que posiciones se consideran en moneda extranjera y, por lo tanto se introduce el riesgo del tipo de cambio. Las volatilidades y correlaciones deben estar calculadas teniendo en cuenta la moneda de referencia.

Cálculo del VaR. El VaR puede ser calculado como valor absoluto o como porcentaje del valor de mercado del portafolio total.

Cuando se calcule el VaR para toda la cartera el cálculo incluirá los efectos compensatorios entre valores producidos por la covarianza de los activos que la componen por efecto de la diversificación.

Para las distribuciones normales, el VaR puede ser determinado directamente por la media y el desvío estándar a través de la siguiente relación:

$$\text{VaR} = L \sigma_V - E(\Delta V)$$

donde:

V = precio actual (valor de mercado) del portafolio

L = parámetro del nivel de riesgo (de la normal estandarizada)

σ_V = desvío estándar de los cambios en los precios

$E(\Delta V)$ = cambio esperado en el valor

Cuando la utilidad no es cuadrática y las distribuciones no son normales, el desvío estándar no es una medida de riesgo apropiada.

El VaR por sí no puede ser utilizado para comparar y clasificar diferentes portafolios. Se necesita además la media y si es posible otras estadísticas. Como alternativa, el VaR valuado a distintos niveles de probabilidad permite al decisor visualizar las distribuciones subyacentes.

Etapas de Cálculo del VaR

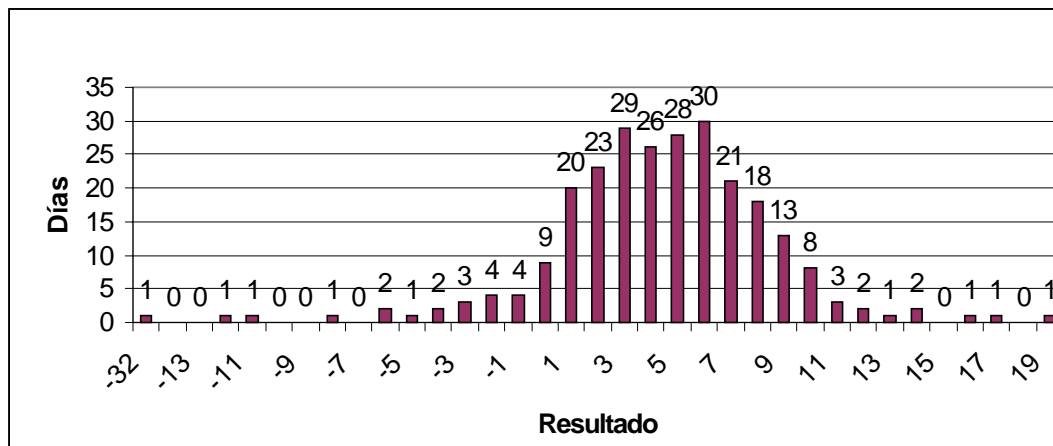
- I. Identificación e introducción en el modelo de la información sobre cambios en el entorno, que afecten al valor de la cartera. Para este primer paso es necesario identificar los factores de riesgo, esto es, aquellas variables que puedan afectar al mencionado valor. Dependiendo del grado de complejidad de la estrategia de gestión del riesgo, y de la importancia relativa de la posición mantenida, se utilizarán como factores de riesgo los rendimientos concretos de los activos que conforman la cartera (tipos de interés, tipos de cambio, etc.), o bien se recurrirá a un precio que aglutine información relativa a una categoría de instrumentos o activos, como puede ser el caso de un índice bursátil.
- II. Medición de la sensibilidad de la cartera: en esta segunda etapa se determina en que medida cambia el valor de la cartera ante una variación unitaria en cada uno de los factores de riesgo identificados en la fase anterior.
- III. Estimación de la pérdida máxima que puede experimentar la cartera, con un determinado nivel de fiabilidad estadística, ante los cambios en el entorno esperados. Esta estimación dependerá de cual haya sido el método escogido para la predicción de la volatilidad futura y de las hipótesis estadísticas que hayan sido realizadas al respecto.

Con relación a esta última etapa las técnicas para la estimación de la volatilidad futura de una cartera se dividen en dos grupos: las basadas en información histórica y las que utilizan la volatilidad implícita en el precio de determinados activos, sobre todo, opciones. En el primer grupo de técnicas, la volatilidad futura se estima sobre la base de datos históricos, midiéndose la misma mediante la desviación típica. Como alternativa de este enfoque, la volatilidad futura se puede determinar a partir de la implícita en el precio de las opciones, ya que ésta, presumiblemente, refleja toda la información relevante que afecta la volatilidad del activo.

Existen distintas metodologías para calcular el VaR de una cartera. El método más común es a través del análisis de varianzas y covarianzas, también conocido como método paramétrico o analítico.

Otra forma es utilizando simulaciones. Dentro de esta forma se destacan la simulación por Montecarlo y la simulación histórica.

En ambos casos, se use el método analítico como el método de simulación de Montecarlo, es necesario estimar la variabilidad esperada de cada uno de los factores de riesgo, la cual se denomina volatilidad y su variación en forma conjunta, es decir su correlación para lo cual se efectúa el cálculo de la covarianza.



En la figura podemos ver el histograma de pérdidas y ganancias de un banco durante un año. Cada columna representa la frecuencia de ocurrencia, determinada por el número de días en que se obtuvo ese monto de pérdida o ganancia. Por ejemplo, podemos ver que el resultado que se repite con mayor frecuencia (30 días) son beneficios entre 5 y 6 millones de dólares diarios. Asimismo la pérdida máxima fue de 32 millones de dólares y se produjo únicamente una vez.

Como tenemos 245 observaciones (días hábiles en un año), el VaR con un nivel de confianza del 95%, sería el valor correspondiente al 5% de la distribución. Es decir, aquel volumen de pérdidas que únicamente sería sobrepasado 12 días ($245 * 5\%$) de los 245. En este caso el valor que corresponde al día 12 de mayores pérdidas es de \$3 millones de dólares. En este ejemplo debemos considerar que el modelo VaR es una herramienta para tomar decisiones, aunque en a manera de comprender la aplicación los datos fueron tomados de forma restropectiva.

La mayoría de los analistas utilizan métodos de estimación de la volatilidad y correlaciones futuras basados en el análisis de las series históricas de rentabilidades de los activos financieros. Asimismo, existen otra serie de métodos para llevar a cabo las predicciones de las volatilidades futuras de acuerdo a las volatilidades implícitas extraídas a partir de los precios de las opciones para aquellos activos que cuentan con dichos mercados, y análisis basados en las expectativas actuales del mercado en vez de las series históricas.

Partiendo de estos supuestos, es posible calcular el VaR de un activo a través de la siguiente formula:

$$\text{VaR}_{\text{activo}} = V_M \sigma_{\text{bono}} Z_{\alpha}$$

donde:

V_M : es el valor de mercado del bono.

σ_{bono} : es la desviación estándar de la rentabilidad esperada del bono ajustada al horizonte temporal deseado.

Z_{α} : Número de desviaciones estándar correspondientes al nivel de confianza.

En nuestro caso, para un intervalo de confianza del 95% y asumiendo que la desviación típica diaria de las cotizaciones del bono es del 1.45 %, el VaR para un día sería:

$$\text{VaR} = 100 \times 0.0145 \times 1.65 = 2.392.500 \text{ pesos}$$

En tanto para calcular el valor en riesgo de una cartera no sólo es necesario calcular las varianzas de los componentes de la cartera, sino también sus covarianzas. El objetivo principal es encontrar un buen predictor de la volatilidad futura de la rentabilidad de la cartera, para lo cual es menester analizar cómo se comportan los activos de la cartera en conjunto. La volatilidad de

la cartera dependería de la volatilidad de sus componentes, pero a su vez debemos estimar las correlaciones esperadas entre los activos de la cartera.

La volatilidad de los activos financieros se caracteriza por variar a lo largo del tiempo, de modo que a la hora de calcular el VaR, será necesario tener en cuenta este aspecto. La forma más habitual de calcular el VaR es a través de la matriz de varianzas-covarianzas de las rentabilidades de los activos de la cartera, aunque como mencionáramos existen otros métodos alternativos como son la simulación histórica y la denominada simulación Montecarlo.

El riesgo (desviación típica) generado por una cartera de dos activos (X e Y), teniendo en cuenta que conocemos la desviación típica de cada uno de ellos (σ_x y σ_y), su coeficiente de correlación (ρ_{xy}) y el porcentaje de inversión (en valor de mercado) en cada activo (α invertido en el activo X y $(1-\alpha)$ en el activo Y), se calcularía de la siguiente forma:

$$\sigma_{\text{cartera}} = \sqrt{\alpha^2 \sigma_X^2 + (1-\alpha)^2 \sigma_Y^2 + 2 \alpha (1-\alpha) \rho_{XY} \sigma_X \sigma_Y}$$

Para una cartera de n activos, la volatilidad o varianza vendría dada por la fórmula:

$$\sigma_{\text{cartera}} = \sum \sum \alpha_X \alpha_Y \sigma_{XY}$$

Para el cálculo de los parámetros de medición de riesgo de carteras de activos hay que agregar los respectivos valores de cada uno de los activos que componen la cartera teniendo en cuenta las correlaciones existentes entre cada uno de los activos.

De forma matricial, podemos calcular la varianza de la cartera como:

$$\sigma_{\text{cartera}}^2 = y' \Sigma y$$

donde y es el vector columna de ponderaciones de cada activo dentro de la cartera según su valor de mercado y la matriz de varianzas-covarianzas se define como:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11}^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22}^2 & \cdots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_{nn}^2 \end{bmatrix}$$

De modo análogo, podemos calcular la varianza de la cartera a partir de la matriz de correlaciones y la matriz de varianzas

$$\sigma_{\text{cartera}}^2 = y' \sigma \rho \sigma_y$$

donde y es el vector columna de ponderaciones de cada activo dentro de la cartera según su valor de mercado.

σ : es la matriz diagonal de varianzas de dimensiones $n \times n$

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_{nn} \end{bmatrix}$$

ρ es la matriz de correlaciones de dimensiones $n \times n$

$$\rho = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \cdots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \cdots & \rho_{nn} \end{bmatrix}$$

Para desarrollar estos cálculos es necesario conocer las volatilidades y correlaciones de todos los componentes de la cartera.

Para la elección del *nivel de confianza para el VaR analítico* debemos asumir que la distribución de rentabilidades sigue una normal, lo cual tendríamos:

$$\begin{aligned} \text{prob} (r_t < \mu - 1.65 \sigma_t) &= 5\% \\ \text{prob} (r_t > \mu - 1.65 \sigma_t) &= 95\% \end{aligned}$$

donde:

r_t : es la rentabilidad para cada período t

μ : es la media de rentabilidades

σ_t : es la desviación típica

Trabajando con rentabilidades estandarizadas

$$r_t = \frac{r_t - \mu}{\sigma_t}$$

$$\begin{aligned} \text{prob} (r_t < 1.65) &= 5\% \\ \text{prob} (r_t > 1.65) &= 95\% \end{aligned}$$

Por lo tanto, se espera que aproximadamente, uno de cada 20 días la rentabilidad de la cartera será inferior a la media menos el 1.65 veces el desvío estándar. A través de las tablas de distribución normal podemos observar como el VaR de una cola al 95 % corresponde a 1.645 veces la desviación estándar y el VaR al 99 % es equivalente a la desviación estándar de la cartera multiplicada por 2.326.

Conclusiones sobre el modelo. El VaR es un modelo utilizado para calcular la máxima pérdida esperada de una cartera de activos. Su principal atractivo radica en su simplicidad: un solo número ofrece información sobre la pérdida potencial a la que una empresa puede tener que hacer frente durante un tiempo determinado. Despeja incertidumbres relacionadas con la cartera y además proporciona información crucial respecto al perfil de riesgo global de la misma.

La explicación completa de este método y sus aplicaciones, exceden este trabajo, aunque resulta de gran utilidad en los fondos de renta fija y renta variable (bonos y acciones).

El VaR no se utiliza para comparar riesgos de distintas carteras ya que cada una de ellas posee un nivel diferente de riesgo y distintos grados de volatilidad. No podemos comparar un fondo común de bonos con otro de acciones, ni tampoco corresponde comparar dos fondos de bonos o de acciones entre sí, porque cada cartera es individual y está compuesta por distintos activos con diferente riesgo, volatilidad y correlación.

El plazo es relevante como factor primario del análisis, incidiendo directamente en el cálculo del método y por ende en el riesgo de la cartera.

Suelen mencionarse como desventajas del modelo las siguientes:

- *Gran simplificación de la realidad:* hipótesis iniciales poco realistas: Para cuantificar el riesgo de una cartera debemos partir de unas hipótesis iniciales sobre el comportamiento individual y conjunto de los instrumentos que la componen. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un proceso de simplificación de los factores de riesgo a los que está expuesta la cartera.
- *Dependencia del comportamiento histórico de los mercados:* Para medir riesgos de mercado, lo realmente importante no es analizar el comportamiento histórico de las rentabilidades, sino poder estimar cuál será en el futuro su distribución. Por lo tanto, si únicamente se tiene en consideración el pasado reciente, aumenta la probabilidad de que se produzca un escenario muy distinto a los experimentados en el período analizado, provocando una subestimación del riesgo real.
- *Análisis del VaR estático con Riesgo real dinámico:* Para interpretar el VaR asumimos que las posiciones de la cartera permanecen constantes y el riesgo individual de las posiciones y sus correlaciones no sufren alteraciones. Sin embargo, el riesgo es dinámico y el gestor de la cartera debe llevar a cabo un proceso de seguimiento continuo del mismo.
- *No representa el peor escenario posible:* El VaR no se centra en la estimación de acontecimientos extremos que puedan traducirse en fuertes pérdidas para la cartera, de modo que el gestor debe complementar el método con un análisis del peor escenario que puede presentarse.

y como ventajas:

- *Agregación y simplificación:* Puede ser aplicado tanto para medir el riesgo global de una cartera de renta fija o variable, como puede ser agregado para carteras con distintos instrumentos financieros. Podemos calcular del VaR de una posición en un activo concreto de la cartera, como el de la cartera en su conjunto.
- *Fácil interpretación de los resultados del análisis:* se puede expresar en cualquier moneda. Los resultados se comunican y son tratados por la alta dirección sin la necesidad de que éstos tengan una fuerte base en gestión de riesgos.
- *Seguimiento y la comparación del riesgo a través del tiempo:* Si la institución calcula el VaR día a día, puede analizar como evoluciona el riesgo de su cartera.
- *Fijación de límites basados en el riesgo diversificado de la cartera:* puede servir como instrumento de medición del riesgo de la cartera y, en consecuencia, se pueden fijar límites al riesgo asumido por los gestores.
- *Cuantificación del riesgo de las inversiones:* La verdadera aportación del VaR no es una cifra resultante del análisis, sino el proceso de levantada de información y elaboración de la misma. El cálculo obliga a los gestores a plantear seriamente los riesgos que se asumen.
- *Medición de riesgos en distintos mercados e instrumentos utilizando la misma unidad de medida:* A través de la descomposición de los instrumentos de la cartera en flujos de caja, es posible homogeneizar las características de riesgo de los instrumentos de una cartera internacional.

Valuación Contable de Bonos. Cuestiones Financieras.

Vamos a referirnos a algunas cuestiones puntuales que las normas profesionales contables contienen y que los Contadores Públicos deben considerar al dictaminar sobre los Estados Contables de las empresas. Además, los Organismos de Contralor como Comisión de Valores, Inspección de Personas Jurídicas, Banco Central y Organismos de contralor de AFJP deben convalidar para la confección de los Estados Contables a las normas profesionales utilizadas.

Particularmente en este momento, la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas (FACPCE) emitió las Resoluciones Técnicas 16-17-18 y 19 que seguramente regirán para todo el país, pero que a la fecha no fue aún ratificada por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Capital Federal (CPCECF) rigiendo en esta jurisdicción por lo tanto las Resoluciones Técnicas 10 y 12 en las cuestiones que se analizan en el presente trabajo.

Aspectos Contables en General y en Particular RT17 FACPCE. Como criterio general las colocaciones de fondos y cuentas a cobrar se valorarán a su valor neto de realización cuando exista la intención y factibilidad de su negociación, cesión o transferencia. En el resto de los casos se tendrá en cuenta: la medición original del activo, *la porción devengada* por la diferencia entre el valor original y la suma de los importes a cobrar a sus vencimientos *calculada exponencialmente con la tasa interna de retorno* determinada *al momento de medición inicial*, y las cobranzas efectuadas.

Con relación a los pasivos a cancelar el criterio es similar: si existe la intención y factibilidad de su pago anticipado se valorará contablemente a su costo corriente de cancelación; de otra forma se considerará la medición original del pasivo, *la porción devengada* de cualquier diferencia entre ella y la suma de los importes a pagar a sus vencimientos, *calculada exponencialmente con la tasa determinada al momento de la medición inicial*, y los pagos efectuados.

También en los aspectos generales se hace referencia a la estimación de los flujos de fondos y a las tasas de descuento que debieran ser objeto de un estudio pormenorizado.

Como criterio particular las Cuentas a cobrar en moneda por transacciones comerciales, financieras y refinanciamientos excluidos los títulos con cotización se computarán a su valor neto de realización si existe un mercado al que se pueda acceder para vender en forma anticipada el activo y que hechos anteriores o posteriores a la fecha de los Estados Contables revelen la conducta o modalidad operativa de este accionar.

En el resto de los casos se tomará el criterio general mencionado en el primer párrafo. Es decir que los *títulos sin cotización* quedarían sujetos a la *norma general de valuación*.

El punto 5.6 de la RT17 establece el criterio del *valor neto de realización* para los *títulos que coticen* en bolsas o mercados y que no cumplan con las condiciones de mantener hasta el vencimiento las pautas para aplicar el criterio general.

Habrà que prestar atención a los casos donde exista la intencionalidad de mantener los títulos hasta el vencimiento, saber cuales son las condiciones para aplicar el criterio de valuación y afectación a coberturas.

El criterio a utilizar en este caso será coincidente con el establecido en el punto 5.2, es decir que lo hace extensivo (y obligatorio) para los títulos con cotización siempre que se den las siguientes pautas: (caso contrario habría que valorar a VNR)

- que el emisor de los títulos no tenga el derecho a cancelarlos por un importe significativamente inferior a la medición inicial del activo menos los pagos de capital y más la parte imputada a resultados y cualquier otra desvalorización contabilizada. En el caso en que el emisor tenga el derecho de precancelar tiene el efecto de adelantamiento del vencimiento por lo que los títulos desaparecerán del mercado.
- que el tenedor no los haya adquirido con el propósito de cobertura de los riesgos inherentes a determinados pasivos, haya decidido conservarlos hasta su vencimiento (aún cuando existan condiciones coyunturales favorables para la venta), tenga la capacidad financiera para hacerlo, y no haya asumido pasivos como cobertura de las variaciones de valor de los títulos.

Además se establece que la intención de mantener en el patrimonio los títulos no existe si durante el ejercicio corriente o en los últimos dos se efectuaron ventas o transferencias de una parte significativa de la cartera.

La excepción al párrafo inmediato anterior, y por ende obliga a valorar con el criterio general y particular explicitado comprende los casos en que exista un deterioro en la calificación crediticia del emisor, cambios en la legislación fiscal eliminando beneficios impositivos, cambios normativos obligatorios que afecten las carteras de inversión de los tenedores o que se prevea un aumento de capital significativo. También se valorará de esta forma aún cuando se haya enajenado con anterioridad títulos pero en fechas cercanas al vencimiento de manera tal que la tasa de interés de mercado no afecte la valuación corriente del activo financiero.

RT 10-12 FACPCE. En el punto 3.8 indica correspondiente a las Normas particulares de valuación del patrimonio y resultados, que las inversiones corrientes con cotización en bolsas o mercados de valores deben valorarse a sus respectivas cotizaciones de cierre del período que se analice netas de los gastos estimados de venta; es decir a su valor neto de realización. Agrega la norma contable que en el caso de tener cotización en bolsas o mercados externos su cotización se convertirá a un valor representativo de la paridad efectiva sin considerar fluctuaciones temporarias.

Con el surgimiento de la RT 12 de la misma Federación, se actualizó la valuación considerando que la parte corriente de inversiones no corrientes correspondientes a títulos de deuda pública o privada con cotización *que el ente haya decidido mantener en el activo hasta su vencimiento* se valorarán al valor de costo acrecentado en forma exponencial en función de su tasa interna de retorno al momento de su incorporación al activo y del tiempo transcurrido hasta el momento de análisis.

De igual manera, las inversiones no corrientes en títulos de deuda pública o privada con cotización en mercados o bolsas deberán valorarse según lo indicado en el párrafo anterior en la medida que el ente tenedor de los títulos haya decidido mantener esas inversiones en el activo hasta su vencimiento y tenga la capacidad financiera para hacerlo.

Aclara la referida resolución técnica que en los casos de tasa variable de interés (para el pago del cupón corrido) para el cálculo de la tasa interna de rendimiento no deberá considerarse la incidencia de los intereses que se devengarán en cada período en función de la tasa vigente. También en nota a los Estados Contables se informará el valor neto de realización y la diferencia con el valor contabilizado.

De esta manera también en el caso de RT10-12 se han diferenciado en los títulos con cotización dos situaciones según el ente decida mantener hasta el vencimiento las tenencias de títulos y posea la capacidad financiera. La RT 17 ha contemplado con más detalle casos particulares.

Nuestra opinión. Entendemos que las nuevas normas son positivas en cuanto a incorporar criterios de valuación aptos en los diferentes rubros que componen el Balance como así también las cualidades que se persiguen respecto de la información contable.

Sin embargo, creemos que aún las normas contables no contemplan la incidencia de importantes factores formadores de la tasa de interés y sus cambios, como así tampoco nos parece adecuado el aplicar los supuestos contenidos en el instrumento Tasa Interna de Retorno que impactarán fuertemente en la valuación de Bonos (contable). En particular el criterio bajo análisis no considera los importantes cambios que se presentan en los mercados volátiles como el nuestro, dado que opera en un marco de previsibilidad permanente sin que los cambios en los precios de los bonos lo afecten. Esta situación, aquí planteada resulta más grave aún en el caso de la Resolución Técnica 10-12.

Haremos referencia solamente a algunos puntos a los que aluden las resoluciones nombradas pero que servirán para comprender los fundamentos buscados en las normas y nuestra opinión.

Entre los requisitos de la información contenida en los Estados Contable la RT16 tenemos:

- # Confiabilidad: dado que los usuarios de los Estados Contables puedan tomar decisiones basadas en estos.

- Aproximación a la Realidad: se dice que se debe actuar con Prudencia pero sin caer en el Conservadurismo, no siendo aceptable que la aplicación de criterios contables que conduzcan a la medición en defecto de activos, ganancias o ingresos o a la medición en exceso de pasivos o gastos.
- Esencialidad: la información sobre un fenómeno dado debe dar preeminencia a su naturaleza económica por sobre su forma instrumental o jurídica, cuando los aspectos instrumentales o las formas legales no reflejen adecuadamente los efectos económicos existentes.
- Verificabilidad: debe permitirse su comprobación mediante demostraciones que la acrediten y confirmen.

El modelo contable argentino tal como reza en la RT16 consta de tres definiciones básicas: el concepto de capital a mantener, la unidad de medida a emplear y los criterios de valuación a aplicar. Para el primero se considera el *Capital Financiero*, para el segundo por la moneda constante (u homogénea) o la nominal si el contexto es de estabilidad monetaria, y para el tercero (a diferencia de lo mencionado en la RT 10), se amplían los criterios de medición agregando el importe descontado del flujo neto de fondos a percibir (valor actual) entre otros, junto con el valor neto de realización y el de costo sea histórico o de reposición.

En la RT10-12 los criterios de medición son el de Valores Corrientes (presente) y en segundo lugar el de Costo (pasado) y aún así se hace referencia a utilizar en caso de Bonos con cotización en los que la empresa tenedora tenga la capacidad financiera y la intencionalidad de mantenerlos hasta su vencimiento que el devengamiento de los resultados se lleve a cabo utilizando la tasa interna de retorno al momento de la compra (o ingreso al patrimonio). En los casos de los Bonos que no tengan cotización se asimilaría la valuación de los mismos a los Créditos por lo que de mantenerlos hasta el vencimiento habría que *excluir los intereses explícitos o implícitos*.

Hasta aquí y puntualmente al analizar el tema para valorar bonos encontramos 2 problemas:

- 1) Las valuaciones contables en el caso de la RT10 fijan como criterio valores corrientes y secundariamente el de costo, es decir presente o pasado (reexpresado a fecha de cierre de los Estados Contables). El punto 3.12 establece que para valorar las inversiones no corrientes en títulos de deuda pública o privada con cotización en bolsas o mercado de valores debe valuarse los bonos acrecentando en forma exponencial en función de su tasa interna de retorno al momento de incorporación al activo y del tiempo transcurrido desde ese momento. La utilización de este criterio de medición de rendimiento financiero implica la preparación de un flujo de fondos futuro hasta el vencimiento del título al momento de ingreso al patrimonio y luego calcular la tasa interna de retorno. Esta tasa por su modalidad de cálculo, tiene un componente de resultados futuros que se intentan descontar totalmente para valorar a fecha de cierre de ejercicio. Es decir el valor de la tasa va a depender tanto del tiempo de vida económica del título como de cada uno de los flujos de fondos con él relacionados.

La norma particular de valuación contable obliga a tomar el flujo a futuro descontado a una tasa (para llevarlo a la fecha de cierre o para calcular la tasa de retorno) digamos saber cuanto vale hoy lo que ganaré en el futuro. No es que esté mal desde un punto de vista financiero, pero es posible que se adelanten ganancias en el caso de activos o se sobredimensionen pérdidas en el caso de pasivos obteniendo una valuación que diste de ser objetiva, de manera cierta y confiable.

- 2) El otro inconveniente vuelve a reiterarse en la RT17, y refiriéndonos no tan sólo a la valuación de bonos sino a la valuación de un valor actual de un flujo de fondos debido a que las valuaciones a futuro están sujetas a riesgo. Con la aplicación de valores corrientes o de costo que no superaban el valor neto de realización el concepto de riesgo prácticamente no se presentaba en la información de Estados Contables. Así es que el riesgo es un elemento que los Estados Contables no consideran, salvo en forma general al des

contar a una tasa TIR, y si bien este es un punto muy interesante para estudiar, al permitirse (u obligar) valorar ahora con un flujo futuro en el cual se presentan cambios contextuales y de tasas de rendimiento ó de interés, es necesario saber cuanto riesgo tiene la tasa ó el flujo de fondos en particular en mercados de alta volatilidad. El punto central no pasa por discutir el criterio de valuación contable de los bonos, sino en marcar la dinámica originada en los cambios de valoración, que ajustan en más o menos los niveles reales de riesgo, impactando en la valoración patrimonial y económica de la empresa tenedora de bonos.

El riesgo tiene que ver con la variabilidad de los resultados en torno al valor probable y dependerá de las probabilidades de ocurrencia de los eventos posibles. Un peso sin riesgo valuado a hoy vale más que un peso con riesgo también valuado a hoy. Al incorporar las normas contables los flujos futuros descontados se debió considerar la porción de riesgo de forma más explícita dado que no es factible imitar las normas contables de mercados más o menos perfectos, en contextos de volatilidad y / o iliquidez de magnitud.

Siguiendo con la comparación entre las Finanzas y la Contabilidad, en la primera dado que se tomarán decisiones en función de proyecciones es razonable que se calcule el Valor Actual Neto (valor de la ganancia ó pérdida emergente del futuro flujo de fondos al momento inicial o actual) utilizando como tasa para descuento la tasa de costo de capital estimada para la vida económica. También suelen diferenciarse los casos en que existe el racionamiento de capital a fin de fijar un criterio de valuación apto para hacer la evaluación y determinar la viabilidad del plan financiero.

El método de la tasa interna de retorno supone que los futuros flujos de fondos se reinvierten o se pagan (esto es en el futuro) a la misma tasa de rendimiento original. Ahora bien, esa tasa verdaderamente puede ser muy diferente a la tasa de reinversión de los fondos que libere o absorba el flujo de fondos. Sin embargo, la tasa de reinversión de los fondos liberados si bien inciden en la situación económica prevista, estos fondos, ya no forman parte del activo contable "bonos" a partir del momento en que se perciben. Así, el verdadero rendimiento para todo el período será la TIR por los fondos invertidos durante el tiempo efectivo de la inversión, los que se netearán de las amortizaciones parciales correspondientes.

Ante posibles cambios previstos en las tasas de interés es posible trabajar con tasas de reinversión para cada uno de los períodos futuros que se aplican sobre los flujos futuros, y luego calcular la tasa de rendimiento del plan llamada tasa interna de retorno modificada.

También en ocasiones se presentan algunos casos puntuales en los que la Tasa de Retorno original no puede calcularse, aplicándose entonces el criterio del Valor Actual Neto.

Vemos claramente que utilizar el criterio de Tasa Interna de Retorno (TIR) para el devengamiento de los Resultados Financieros arrastra los inconvenientes propios de la TIR suponiendo que la tasa no sufre modificaciones en el plazo que va de la compra hasta el vencimiento del título. Así entonces habría que considerar si los cupones de renta y amortización percibidos se reinvertirán a la tasa TIR en particular en el contexto argentino, con independencia de que la tasa que pagan los cupones por la renta se mantenga fija a lo largo del tiempo. Reiteramos, que en el plazo total que va de la adquisición del título hasta su vencimiento el resultado contable será similar, pero a lo largo de los cierres de los ejercicios Económicos las variaciones respecto el valor de Mercado seguramente serán de gran significación considerando la volatilidad (riesgo) del mercado argentino.

Como criterio contable para valorar se deja de lado tanto el valor corriente (presente) y el costo reexpresado (pasado) para valorar en el caso considerado, un flujo futuro que tendrá la ganancia (o pérdida) efectivizada en el futuro aunque la midamos a valores actuales.

Opinamos como profesionales en la materia, que las pretensiones que se persiguen de la aplicación del modelo contable no se corresponden con la aplicación de algunas normas, en particular las referidas a la valuación de títulos de deuda en contextos como el argentino en el cual

si bien los mercados fijan los precios de compra – venta de las operaciones, tiene fuertes imperfecciones que provocan variaciones en los precios de consideración.

En efecto, sabemos que el valor de un bono depende de varios factores importantes, y *que están ausentes de manera explícita en la normativa técnica contable*, aunque pueden estar presentes en el precio del bono y por ende estar reflejados en la TIR, como la cantidad de \$ emitidos, la liquidez del mercado en que opere, la capacidad de pago del emisor (riesgo de impago), del acceso de compra / venta de títulos y de los costos de transacciones, y particularmente de la tasa de interés del cupón de pago y de rendimiento esperado del bono. Estos factores, estarían incluidos de manera implícita en el precio de adquisición, y por ende, la TIR representaría un indicador de los conceptos (y riesgos mencionados).

Sin perjuicio de lo mencionado precedentemente, el rendimiento al vencimiento (Yield to Maturity, YTM) podrá ser una tasa promedio esperada de rendimiento de la inversión hasta el vencimiento del bono pero recién se verificará la performance de los resultados con la reinversión de los cupones cobrados a la tasa YTM.

La adopción de este criterio para una valuación contable, en las condiciones del mercado argentino, implica dejar de lado dicha valuación de los bonos como factor de decisión por parte de los usuarios de Estados Contables de la empresa tenedora de los títulos. Lo importante, es la diferencia con el valor de mercado que representa la pérdida o ganancia que deberá reconocerse contablemente en caso de realizar la posición. Esta información adicional, debiera estar en Nota a los Estados Contables para mostrar la realidad económica dada por la diferencia entre el precio de mercado y el valor contabilizado.

Cuando hablamos de rendimiento del título debemos saber si nos referimos al rendimiento esperado de una inversión como rendimiento requerido para llevarla a cabo, o bien como rendimiento prometido de un activo financiero sin consideraciones sobre riesgos.

En las Finanzas se considera que el rendimiento requerido es una tasa de costo de capital que debe incluir la tasa libre de riesgo que se paga por la inversión y una prima de riesgo en función entre otros del *Mercado de Operación, del país, del sector de la empresa, de la empresa particular y del proyecto de inversión o negocio específico*. En otras palabras, la tasa de rendimiento requerida será mayor en la medida que el riesgo aumente. De allí que existan *para cada inversión* una tasa interna de retorno prometida y una tasa de costo de capital esperada.

En forma extensible a los títulos de deuda, para cada categoría de títulos habrá riesgos diferentes; por ende el rendimiento requerido para ellos será también distinto.

En las normas contables no se contempla el hecho de que la tasa de rendimiento del bono pueda cambiar en función de las modificaciones de la tasa de riesgo. En el contexto argentino esta situación es más grave aún, dado que el incipiente Mercado de Capitales no tiene el desarrollo de los Mercados de plazas mundiales en los cuales el volumen de operaciones y los precios de los papeles son más estables.

Afecta en la tasa de rendimiento también, la estructura temporal de las tasas de interés en lo que concierne a expectativas como a liquidez y segmentación de los mercados financieros. En el mercado argentino la volatilidad del precio de los bonos es alta.

Aún considerando que las valuaciones contables no contemplan los aspectos de riesgo, y que pretenden dar certidumbre (certeza contable) a la información de los Estados Contables utilizando el criterio TIR para el caso de Bonos sin considerar la influencia de riesgos en este activo financiero el conjunto normativo obligatorio no es totalmente coherente faltando integrar los resultados acontecidos con los esperados.

Caso de Aplicación. A modo de ejemplo valuaremos conforme lo establecido por la norma contable un título de deuda con tasa fija a los efectos de facilitar los cálculos:

Ejemplo 1

Bono comprado el 31-12-98 con un cupón de renta del 5% anual y un año de gracia en el pago de Amortización. Se adquiere en el momento en que se lanza al mercado. El título vence el 31-12-03 y amortiza un 25% anual. A los efectos de simplificación se compraron VN 10000 a cotización = 0,96 cada uno.

Fecha	Concepto de Operación	V.Residual	Renta	Amortizac	Total R y A	Flujo Fon- dos
		(inicio pdo)				
31/12/1998	Compra	10.000,00	0,00	0,00	0,00	-9.600,00
31/12/1999	Cupón Renta	10.000,00	500,00	0,00	500,00	500,00
31/12/2000	Cupón Renta y Amort Parcial	10.000,00	500,00	2.500,00	3.000,00	3.000,00
31/12/2001	Cupón Renta y Amort Parcial	7.500,00	375,00	2.500,00	2.875,00	2.875,00
31/12/2002	Cupón Renta y Amort Parcial	5.000,00	250,00	2.500,00	2.750,00	2.750,00
31/12/2003	Cupón Renta y Amort Parcial	2.500,00	125,00	2.500,00	2.625,00	2.625,00
			1.750,00	10.000,00	11.750,00	2.150,00

Cálculo de la Tasa de Rendimiento

Momentos	0	1	2	3	4	5
Flujo de Fondos Corrientes	-9.600,00	500,00	3.000,00	2.875,00	2.750,00	2.625,00

Tasa de Rendimiento **6,32%**

Devengamiento del Resultado Financiero

	TIR del período	Inversión	Renta	Amortiz	R y Am	Base Cálculo de Rtdo Fin	Rtdo Fin
31/12/1998	6,32%	-9.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31/12/1999	6,32%		500,00	0,00	500,00	9.600,00	606,97
31/12/2000	6,32%		500,00	2.500,00	3.000,00	9.706,97	613,73
31/12/2001	6,32%		375,00	2.500,00	2.875,00	7.320,70	462,86
31/12/2002	6,32%		250,00	2.500,00	2.750,00	4.908,55	310,35
31/12/2003	6,32%		125,00	2.500,00	2.625,00	2.468,90	156,10
		-9.600,00	1.750,00	10.000,00	11.750,00		2.150,00

Ejemplo 2: Otro ejemplo pero distorsivo**Bono Argentino.**

Fecha Compra:	01/07/00
Cotización Compra	0,70
Tasa Cupón anual	9%
Amortiz Anual	
Vencim Final	30/06/08
Cantidad VN	15.000.000

Cálculo TIR	Mom 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
	01/07/00	30/06/01	30/06/02	30/06/03	30/06/04	30/06/05	30/06/06	30/06/07	30/06/08
Compra	10.500.000	-							
Amortización		1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000
Renta Cupón		1.350.000	1.181.250	1.012.500	843.750	675.000	506.250	337.500	168.750
Flujo Fondos neto	10.500.000	3.225.000	3.056.250	2.887.500	2.718.750	2.550.000	2.381.250	2.212.500	2.043.750
TIR al momento de compra	20,72%								
Valor Residual Títulos									
Al inicio del año		15.000.000	13.125.000	11.250.000	9.375.000	7.500.000	5.625.000	3.750.000	1.875.000

Valuación Contable	TIR	Inversión	Renta	Amortiz	R y Am	Base Cálculo de Rtdo Fin	Rtdo Fin
01/07/2000	20,72%	-10.500.000	0	0	0	0	0
30/06/2001	20,72%		1.350.000	1.875.000	3.225.000	10.500.000	2.175.316
30/06/2002	20,72%		1.181.250	1.875.000	3.056.250	9.450.316	1.957.850
30/06/2003	20,72%		1.012.500	1.875.000	2.887.500	8.351.916	1.730.291
30/06/2004	20,72%		843.750	1.875.000	2.718.750	7.194.707	1.490.549
30/06/2005	20,72%		675.000	1.875.000	2.550.000	5.966.506	1.236.099
30/06/2006	20,72%		506.250	1.875.000	2.381.250	4.652.605	963.894
30/06/2007	20,72%		337.500	1.875.000	2.212.500	3.235.249	670.256
30/06/2008	20,72%		168.750	1.875.000	2.043.750	1.693.005	350.745
		-10.500.000	6.075.000	15.000.000			10.575.000

Efecto en Libros. Performance

Valuación al	Cantidad Títulos	Cotización	ValorMerc.	Valor Contable	Diferencia	% Dif :: VM	TIR Vcontable	TIR Vmercado
30/06/2001	13.125.000	0,65	8.531.250	9.450.316	-919.066	-10,77%	20,72%	20,72%
30/06/2002	11.250.000	0,70	7.875.000	8.351.916	-476.916	-6,06%	20,72%	24,94%
30/06/2003	9.375.000	0,75	7.031.250	7.194.707	-163.457	-2,32%	20,72%	23,32%
30/06/2004	7.500.000	0,80	6.000.000	5.966.506	33.494	0,56%	20,72%	21,84%
30/06/2005	5.625.000	0,80	4.500.000	4.652.605	-152.605	-3,39%	20,72%	20,41%
30/06/2006	3.750.000	0,85	3.187.500	3.235.249	-47.749	-1,50%	20,72%	22,95%
30/06/2007	1.875.000	0,92	1.725.000	1.693.005	31.995	1,85%	20,72%	21,98%
30/06/2008							20,72%	18,48%

En base a la cotización se calculan las TIR de mercado

TIR Vmercado Año 1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Compra	-8.531.250							
Amortización		1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000
Renta Cupón		1.181.250	1.012.500	843.750	675.000	506.250	337.500	168.750
Flujo Fondos neto	-8.531.250	3.056.250	2.887.500	2.718.750	2.550.000	2.381.250	2.212.500	2.043.750
TIR resultante	24,94%							
TIR Vmercado Año 2	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	
Compra	-7.875.000							
Amortización		1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	
Renta Cupón		1.012.500	843.750	675.000	506.250	337.500	168.750	
Flujo Fondos neto	-7.875.000	2.887.500	2.718.750	2.550.000	2.381.250	2.212.500	2.043.750	
TIR resultante	23,32%							
TIR Vmercado Año 3	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8		
Compra	-7.031.250							
Amortización		1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000		
Renta Cupón		843.750	675.000	506.250	337.500	168.750		
Flujo Fondos neto	-7.031.250	2.718.750	2.550.000	2.381.250	2.212.500	2.043.750		
TIR resultante	21,84%							
TIR Vmercado Año 4	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8			
Compra	-6.000.000							
Amortización		1.875.000	1.875.000	1.875.000	1.875.000			
Renta Cupón		675.000	506.250	337.500	168.750			
Flujo Fondos neto	-6.000.000	2.550.000	2.381.250	2.212.500	2.043.750			
TIR resultante	20,41%							
TIR Vmercado Año 5	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8				
Compra	-4.500.000							
Amortización		1.875.000	1.875.000	1.875.000				
Renta Cupón		506.250	337.500	168.750				
Flujo Fondos neto	-4.500.000	2.381.250	2.212.500	2.043.750				
TIR resultante	22,95%							
TIR Vmercado Año 6	Año 6	Año 7	Año 8					
Compra	-3.187.500							
Amortización		1.875.000	1.875.000					
Renta Cupón		337.500	168.750					
Flujo Fondos neto	-3.187.500	2.212.500	2.043.750					
TIR resultante	21,98%							
TIR Vmercado Año 7	Año 7	Año 8						
Compra	-1.725.000							
Amortización		1.875.000						
Renta Cupón		168.750						
Flujo Fondos neto	-1.725.000	2.043.750						
TIR resultante	18,48%							

Cálculo Rendimiento a Tasa de Reinversión. Tomaremos la tasa de TIR de mercado de cada año. a los efectos de calcular la Tir Modificada. Puede considerarse como tasas estimadas al momento de compra. El efecto recaerá sobre los cupones percibidos.

	FF Cte	TR Año 2	TR Año 3	TR Año 4	TR Año 5	TR Año 6	TR Año 7	TR Año 8	FF Final
FF Mom 0	-10.500.000								
30/06/2001	3.225.000	24,94%	23,32%	21,84%	20,41%	22,95%	21,98%	18,48%	12.951.928
30/06/2002	3.056.250	0,00%	23,32%	21,84%	20,41%	22,95%	21,98%	18,48%	9.824.450
30/06/2003	2.887.500	0,00%	0,00%	21,84%	20,41%	22,95%	21,98%	18,48%	7.526.650
30/06/2004	2.718.750	0,00%	0,00%	0,00%	20,41%	22,95%	21,98%	18,48%	5.816.600
30/06/2005	2.550.000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,95%	21,98%	18,48%	4.530.909
30/06/2006	2.381.250	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	21,98%	18,48%	3.441.295
30/06/2007	2.212.500	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	18,48%	2.621.332
30/06/2008	2.043.750	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2.043.750
									48.756.914
TIR Modificada 8años	364,35%								
TIR Mofif anual	21,16%								

Cálculo Rendimiento a Tasa de Reinversión. Tomaremos como TR el 12% a los efectos de calcular la Tir Modificada. El efecto recaerá sobre los cupones percibidos.

	FF Cte	TR Año 2	TR Año 3	TR Año 4	TR Año 5	TR Año 6	TR Año 7	TR Año 8	FF Final
FF Mom 0	-10.500.000								
30/06/2001	3.225.000	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	7.129.448
30/06/2002	3.056.250	0,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	6.032.496
30/06/2003	2.887.500	0,00%	0,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	5.088.762
30/06/2004	2.718.750	0,00%	0,00%	0,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	4.278.006
30/06/2005	2.550.000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,00%	12,00%	12,00%	3.582.566
30/06/2006	2.381.250	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,00%	12,00%	2.987.040
30/06/2007	2.212.500	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,00%	2.478.000
30/06/2008	2.043.750	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2.043.750
									33.620.067
TIR Modificada 8años	220,19%								
TIR Mofif anual	15,66%								

Observamos que cuando la tasa de rendimiento se calcula por el método de la tasa de reinversión en el primer caso los resultados respecto de la valuación contable son mínimos al final del período de 8 años; aunque sí son importantes en el durante. Ahora bien, si la tasa de reinversión se ubica en el 15% (costo de oportunidad) la distorsión es de gran impacto en la valuación contable y recién se corregirá cuando no haya más títulos en cartera.

En la medida que la vida del bono sea más larga este efecto se magnifica al igual que con los Bonos Perpetuos. El problema se ahondará si los activos financieros tienen volatilidad y si se opera en Mercados emergentes como el argentino.

Las valuaciones contables utilizando el *Investment Account* para los títulos con cotización en Mercados o Bolsas devengando la tasa de interés obligan como mencionáramos las decisiones de mantener la posición al vencimiento de los títulos y tener la capacidad financiera para mantenerlo.

Para el primero se pretende asegurar que el devengamiento de intereses a través de la TIR no sea tan sólo una metodología para adelantar en el tiempo el reconocimiento de resultados conta

bles (que indefectiblemente se compensarán con los cobros temporales de todos los cupones al momento del vencimiento). En Argentina es común que los títulos se adquieran bajo la par lo que implica de hecho, al valuarlo contablemente con este criterio, el reconocimiento de ganancias aún no percibidas y la falta de reflejo de pérdidas cuando el precio de mercado tiene una tendencia declinante.

También aún el caso de tener la intención de mantener el activo hasta el vencimiento la decisión financiera será relativa a la volatilidad del mercado para este título. Pensemos que si en algún momento del tiempo se convalidan precios que implican rendimientos históricos por encima del fijado a vencimiento, la óptima decisión financiera es desprenderse de estos activos alterando entonces el compromiso de mantención.

Por un lado en mercados como el argentino se evita trasladar la volatilidad de los precios de mercados a los Estados Contables, pero con una gran dosis de sobrevalorización de estos activos y con la consecuente distorsión patrimonial especialmente en épocas de crisis financieras en las que los precios de mercado toman tendencia negativa.

Tener la capacidad financiera para mantener el activo financiero implica que no exista el riesgo de tasa de interés. Como vimos anteriormente al explicar el concepto de Duration, la empresa debiera tener pasivos de características similares al bono en cuanto a Duration, moneda, tipo de tasa, de manera que ante modificaciones en las tasas de interés, los resultados que se dejan de contabilizar por variación de precios de los activos financieros sean idénticos en valores absolutos, pero de signo contrario, a los resultados que no se reconocen por la variación en los precios de los pasivos por no poseer cotización transparente en el mercado. Se busca pues, que la valuación Investment equipare el tratamiento contable de los activos con cotización, con los pasivos de similares características que lo financian y que no poseen cotización.

Cumplir con esta segunda condición es sumamente difícil en el tiempo ya que decisiones de financiamiento posteriores a la compra del bono, pueden cambiar el perfil de la estructura desapareciendo la misma. Desde el punto de vista financiero es saludable cierta flexibilidad en el manejo de las estructuras de financiamiento de activos de la organización.

Un criterio de valuación mejorado evitaría los problemas del *Investment Account* versus el registro de valor a los precios de mercado en contextos emergentes con alta volatilidad. Esto podría implicar el uso de un tope que obligue a registrar contablemente el resultado en los Estados Contables a los valores de mercado cuando la diferencia porcentual de la valuación entre el criterio TIR y la cotización en el Mercado supere pej. el 20%.

Creemos que la forma de valuar estos bienes a los precios del mercado, (aún en el caos de que sean imperfectos) refleja la situación económica y financiera de las organizaciones que en él operan con el agregado de que los precios del mercado suelen descontar las expectativas futuras ajustando (subiendo / bajando) a las nuevas condiciones del contexto económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Finanzas en Administración. J. Fred Weston / Thomas E. Copeland. Mc Graw Hill.
Fundamentos de Financiación Empresarial. R.Brealey/ S.Myers. Mc Graw Hill.
Fundamentos de Finanzas Corporativas. Ross/Westerfield/Jordan. McGraw Hill.
Obligaciones Negociables. Bonos y Opciones. Rodolfo Apreda.
Douglas, Levingston. Bond Risk Analysis: Guida to Duration and Convexity.
Swaps y Otros Derivados. Lamothe, Prosper, Soler. Mc Graw Hill.
Valor en Riesgo. Philippe Jorion. Limusa.
Administración Financiera de las Organizaciones. Claudio Sapetnitzky y colaboradores. Ed Macchi.
Rodolfo Oviedo, SADAF XIV. Sociedad Argentina de Docentes de Administración Financiera, 1994
Trabajo Investigación Valuación de Bonos curso Administración Financiera FCE UBA: Pepé Karina, Aguilera Viviana, Bacchi Franqueira Natalia, Silvia Dans, Adriana Cavallari, Fernando Font, Anabela Escudero.
Trabajo investigación Valuación en Riesgo curso Administración Financiera FCE UBA: Luis Tassile, Peyrot Flavio, Lizaso Virginia, Confortino Andrés, Komarovsky Romina, Podhorzer Gabriela, Machabanski Eliana, Escola Vanesa.
Reportes Económico – Financiero “Overview” de MyS Consultores.
Asociación de Bancos de Argentina. ABA; Curso Porfolio de Bonos Lic Fernando Bearzi.
Trabajo Análisis Research del Mercado de Renta Fija de Alejo Treachi.

www.riskmetrics.com

www.fitchrating.com.ar

www.bcra.gov.ar

www.mecon.gov.ar

- Calificadora Duff and Phelps.
Calificadora de Riesgo Standard & Poors
Calificadora de Riesgo Moody's
Gráficos J.P.Morgan: Riesgo País.
Normas Contables Profesionales. CPCECF. FACPCE.