



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FCE
FACULTAD DE
CIENCIAS ECONÓMICAS

Licenciatura en Administración

MODELOS DE ANÁLISIS FINANCIERO APLICADOS A UN TÍTULO PÚBLICO NACIONAL

Trabajo de Investigación

Por

Bruno Ariel Deambrosi

Profesor Tutor

Alejandro Bartolomeo

Mendoza – año 2014

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACION	4
POBLACION Y DISEÑO DE LA MUESTRA.....	5

CAPITULO I: MARCO TEORICO

APARTADO A: SISTEMA FINANCIERO Y MERCADOS DE CAPITALES

1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA FINANCIERO	7
2. MERCADOS BURSÁTIL Y EXTRABURSÁTIL.....	9
3. INSTRUMENTOS DE NEGOCIACION.....	9

APARTADO B: ALGUNOS CONCEPTOS DE VALUACION DE BONOS

1. CONCEPTO DE BONO	12
2. ESTRUCTURA DE UN BONO	13
3. MEDIDAS DE VOLATILIDAD	15

APARTADO C: ALGUNOS CONCEPTOS DE MODELOS DE ANALISIS FINANCIERO

1. MODELOS DETERMINISTAS Y MODELOS ESTOCASTICOS	17
2. CONCEPTO DE VALUACION DETERMINISTA.....	18
3. CONCEPTO DE SIMULACIÓN COMO MODELO ESTOCÁSTICO	18
4. APLICACIÓN A LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS.....	20
5. DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD.....	22

CAPITULO II: APLICACIÓN DE MODELOS DESTERMINISTAS Y ESTOCÁSTICOS

1. COYUNTURA FINANCIERA	23
2. OPERACIONES CON TÍTULOS PÚBLICOS	25
3. SELCCION DEL ACTIVO FINANCIERO	29
4. COMOVIMIENTO ACTIVO-MERCADO	30

5.SENSIBILIDAD DEL ACTIVO FRENTE AL MERCADO.....	30
6.ANALISIS DEL VECTOR RENTABILIDAD-RIESGO.....	32
7.ANALISIS DE MEDIAS MÓVILES.....	34
8.ANALISIS DETERMINÍSTICO COMO MODELO DE ANALISIS.....	34
9.RENDIMIENTO MINIMO EXIGIDO.....	34
10. ANALISIS ESTOCÁSTICO COMO MODELO DE ANALISIS.....	38
11.CONCLUSIONES.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	46

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La presente investigación describe los modelos deterministas y estocásticos de análisis financiero y su aplicación a un título público emitido por el estado argentino.

Actualmente, el país se encuentra en un proceso de renegociación internacional de la deuda soberana con los tenedores de bonos de alto riesgo (holdouts). Asimismo, las expectativas de devaluación a corto plazo y la promulgación de la nueva ley de mercado de capitales han propiciado que las personas se interesen por conocer nuevas alternativas de inversión para sus excedentes de fondos. En ese sentido, es relevante analizar los fundamentos sobre los cuales se determinan las decisiones de inversión o desinversión en activos financieros.

Sin perjuicio de lo anterior, es importante destacar que la bibliografía del tema en cuestión es de orden general. Por medio del presente trabajo se busca no sólo describir aspectos teóricos específicos, sino también exponer su aplicación a una casuística particular.

Con la finalidad de efectuar un análisis crítico acerca del modelo más representativo de valuación, se busca evaluar el instrumento financiero con mayor volumen de comercialización en el Merval en los últimos dos años.

Entre los principales objetivos del trabajo pueden citarse los siguientes:

- Evaluar la situación de coyuntura financiera del Mercado de Valores de Buenos Aires.
- Comparar la aplicación de modelos deterministas y estocásticos en la valuación de un título público emitido por el estado nacional.
- Conocer las características y particularidades de los títulos públicos como alternativa de inversión.

Adicionalmente, se busca dar respuesta a los siguientes interrogantes:

- ¿Cuál ha sido el comportamiento del Merval en la última década?
- ¿Qué modelo de análisis financiero es más adecuado para la valuación de títulos públicos?

Particularmente, los modelos estocásticos aplicados a instrumentos de renta fija pueden utilizarse en aquellas situaciones en las que alguna de las variables que afectan al rendimiento del activo se encuentra sometida a incertidumbre. Por ejemplo los títulos públicos que pagan intereses a una tasa cupón variable o bien aquellos bonos cuyo precio o rendimiento “subyacen” de otros activos o variables macroeconómicas (v. g. bonos sujetos al crecimiento del producto bruto interno).

El desarrollo de la presente investigación permite entender de qué manera se comportan los activos que integran los mercados de valores y profundizar el estudio de las variables que impactan en la toma de decisiones de inversión.

En una primera instancia, se describen los mercados de capitales y los tipos de instrumentos financieros más relevantes. Luego, se exponen algunos conceptos de bonos y de modelos de análisis bursátil.

En segunda instancia, se realiza un análisis del comportamiento del Merval en los últimos 8 años.

En tercer lugar, se realiza un análisis de los activos con mayor volumen de operaciones en el Mercado de Valores de Buenos Aires.

Posteriormente, se procede a la aplicación de los modelos deterministas y estocásticos al tipo de instrumento seleccionado y se estiman los rendimientos y riesgos asociados, a fin de inferir su comportamiento futuro.

Para la aplicación de los modelos se determina como variables independientes los pagos de amortizaciones e intereses y la tasa cupón. Por otra parte, el precio y la rentabilidad esperada constituyen las variables dependientes del modelo. El rendimiento esperado depende de la proyección de los retornos intradiarios, mientras que el precio del activo se define en función de éste último.

Para la determinación del precio del bono se aplica el valor actual de los flujos de fondos de amortizaciones e intereses conocidos aplicando la tasa de costo de capital que replica el costo de oportunidad de la inversión. Por su parte, la rentabilidad esperada surge de la proyección de los rendimientos históricos (para el modelo determinista) y de la simulación por medio de “n” escenarios aplicados sobre el rendimiento histórico intradiario (para el modelo estocástico).

POBLACION Y DISEÑO DE LA MUESTRA

Se toma como población todos los activos financieros comercializados en los últimos dos años en el Mercado de Valores de Buenos Aires. A continuación se selecciona como muestra aquel activo de capital con mayor volumen de operaciones en el periodo considerado. De esta manera, se escoge una muestra no probabilística por conveniencia. La elección de la muestra no depende de una equiprobabilidad de los elementos poblacionales, sino que responde al interés particular en analizar el activo con mayores transacciones en el Merval. Los elementos a ser analizados son: el rendimiento esperado y el riesgo (o volatilidad).

Para la aplicación del modelo de simulación estocástica, se utilizará el software “Oracle Crystal Ball Fusion Edition, Versión 11.1.1.1.00” el cual permitirá definir las variables de entrada y los

pronósticos de salida que permitan determinar el rendimiento y el riesgo del activo seleccionado como muestra.

Para recabar la información histórica de los instrumentos comercializados en el Mercado de Valores de Buenos Aires, se utilizarán los informes anuales publicados por el Instituto Argentino de Mercado de Capitales, las cotizaciones “online” disponibles en el sitio oficial de yahoo finanzas, los boletines informativos publicados por la Bolsa de Comercio de Buenos Aires y la legislación aplicable publicada en el sitio oficial de la Comisión Nacional de Valores.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

“La planificación a largo plazo no es pensar en decisiones futuras, sino en el futuro de las decisiones presentes.”

Peter Drucker

En el primer capítulo se desarrollan los conceptos fundamentales referentes al mercado de capitales y los principales instrumentos que se comercializan, como así también se presentan algunos conceptos de valuación de bonos. Luego, se expone el concepto de simulación, su importancia y su aplicación a los instrumentos financieros.

APARTADO A: SISTEMA FINANCIERO Y MERCADOS DE CAPITALES

1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA FINANCIERO

El sistema financiero es el conjunto de instituciones, medios y mercados cuyo fin es canalizar el ahorro que generan las unidades económicas superavitarias hacia la inversión de las unidades económicas deficitarias, otorgando seguridad jurídica al movimiento de dinero y al sistema de pagos. La principal función del sistema financiero consiste en la desintermediación entre oferentes y demandantes de capitales¹.

Cuando una compañía invierte temporalmente fondos ociosos en activos negociables, entra en contacto directo con los mercados de capitales. La mayoría de las empresas recurren a aquellos a fin de financiar sus inversiones en activos. Para poder realizar la desintermediación, los mercados crean instrumentos financieros. Éstos existen porque los ahorros de personas, corporaciones y gobiernos, durante un lapso de tiempo, difieren de sus inversiones.

¹ ALEXANDER, G., SHARPE, W. y BAILEY, J. (2003). “Fundamentos de inversiones: Teoría y práctica”, México: Pearson Education.

El mercado primario es aquel en el que se realiza la suscripción de instrumentos financieros por primera vez. La sociedad emisora recibe fondos y los aplica al desarrollo de proyectos de inversión, a cambio del pago de una tasa de interés destinada al inversor. Por su parte, el mercado secundario es aquel en el que se realiza el trading de instrumentos ya suscriptos. Estos mercados permiten dotar de liquidez inmediata a los inversores por medio del cambio de titularidad de los activos comercializados en el mercado primario.

En nuestro país, a nivel institucional, la Comisión Nacional de Valores es el ente de contralor encargado de la regulación y fiscalización del sistema financiero en su conjunto. Por su parte, las bolsas de comercio, los mercados de valores y la caja de valores conforman las entidades encargadas de la desintermediación, liquidación y custodia de activos. En Argentina existen bolsas de comercio en las ciudades de Buenos Aires, Córdoba, Rosario, La Plata, Mendoza, Bahía Blanca, Santa Fe, San Juan y Mar del Plata. Sin embargo, sólo las primeras cinco disponen de mercado de valores.

1.1. Comisión Nacional de Valores

Es un organismo autárquico cuya función es regular la oferta pública de valores y la organización y funcionamiento de las instituciones bursátiles.

1.2. Bolsa de comercio

Es una sociedad anónima dentro de la cual se agrupan diversos mercados de capitales. Las bolsas poseen poder de policía para autorizar, suspender y cancelar la cotización de títulos. Adicionalmente, controlan el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias.

1.3. Mercado de valores

Es una sociedad anónima a través de la cual se lleva a cabo la desintermediación de las operaciones bursátiles. En nuestro país los mercados de valores no pueden constituirse sin que, previamente, exista una bolsa de comercio autorizada a cotizar títulos valores. Sin embargo, ambas entidades poseen personería jurídica diferente.

1.4. Caja de valores

Es la principal sociedad de depósito colectivo cuya finalidad es facilitar las transacciones sobre títulos valores autorizados para oferta pública, garantizando la seguridad y privacidad de todas las actuaciones y documentación vinculados a la actividad que la ley le establece.

2. MERCADOS BURSÁTIL Y EXTRABURSÁTIL

En nuestro país existen dos mercados institucionalizados para negociar títulos valores²:

- El mercado bursátil que opera con concentración física de operadores en la rueda.
- El mercado extrabursátil que opera con conexión telefónica y en base a las informaciones que se obtienen a través del mercado abierto electrónico (MAE). Este último se diferencia del mercado de valores en que no existe recinto ni concentración de operadores.

3. INSTRUMENTOS DE NEGOCIACION

3.1. Instrumentos de renta fija

Son instrumentos representativos de una deuda que otorga al propietario derechos que serán satisfechos por el emisor en el futuro. Su característica más relevante es que su rentabilidad, obtenida por el cobro de intereses, está determinada para toda la vida de la emisión, independientemente de que el tipo de interés sea fijo o variable. Entre los principales activos financieros de renta fija se encuentran:

3.1.1. Bonos corporativos

Un bono corporativo es un valor mobiliario que representa un empréstito, sea a corto, mediano o largo plazo. En esencia, entre el titular de las obligaciones negociables y la emisora existe una relación de crédito.

En Argentina las ON poseen un volumen de negociación muy bajo en comparación con otros instrumentos financieros. Por ejemplo: Durante el año 2013 el trading de obligaciones negociables en el Merval representó un 2,69% del total de las operaciones registradas.³

3.1.2. Bonos soberanos

Los bonos soberanos son títulos públicos que representan una deuda emitida por el estado nacional, provincial o municipal. Estrictamente, se trata de una promesa de pago por medio de la cual el emisor se compromete a devolver el capital que los inversores le prestan, más los intereses

² <http://www.bcba.sba.com.ar> [agosto 2014]

³ <http://www.iamc.sba.com.ar> [agosto 2014]

correspondientes, en un plazo determinado y según un cronograma acordado. La característica principal de los bonos soberanos es que el lanzador puede fijar las condiciones de emisión según sus propias necesidades de financiamiento y sus posibilidades de pago. De esta forma existen títulos en diversas monedas y plazos, a tasa fija o variable y demás condiciones, según las necesidades del emisor y de los inversores en cada momento del tiempo.

En Argentina los bonos soberanos poseen el primer lugar en volumen de negociación. Por ejemplo: Durante el año 2.013 el trading en el Merval representó un 71,50% del total de las operaciones registradas.

3.1.3.Fideicomisos financieros

Se trata de una modalidad cuyo objetivo es la securitización de activos. Esta modalidad de fideicomiso se caracteriza por la calidad especial del fiduciario, dado que la ley exige que se trate de una persona jurídica dotada de ciertos atributos de especialización y previa autorización y por la necesidad de que los beneficiarios sean los titulares de ciertos títulos cuyos derechos estén respaldados en los bienes fideicomitados, certificados de participación en el dominio fiduciario, así como son los certificados representativos de la deuda garantiza por los bienes fideicomitados.

3.2. Instrumentos de renta variable

Son instrumentos representativos de capital, que se caracterizan por tener un retorno variable y reportan a sus tenedores un rendimiento de largo plazo, a cambio de un mayor riesgo. Entre los principales activos financieros de renta variable se encuentran:

3.2.1.Acciones

Una acción es un título emitido por una sociedad anónima que representa el valor de una de las fracciones iguales en que se divide su capital social. Las acciones confieren a su titular derechos de voto en asambleas y derechos económicos de participación en los beneficios de la corporación.

3.2.2.Recibos de depósito americano

Un ADR es un título emitido por un banco estadounidense que representa el depósito de acciones de compañías no americanas. Permiten a una empresa extranjera emitir acciones directamente en la bolsa norteamericana.

3.2.3. Certificados de depósito argentinos

Los CEDEAR son acciones de empresas no argentinas que cotizan el Merval. Al comprar este activo, el inversor adquiere una acción o su fracción correspondiente por acciones originales de una empresa radicada en el exterior.

3.2.4. Pase y caución bursátil

El pase bursátil es un contrato que contempla dos operaciones simultáneas. El inversor vende (o compra) valores negociables a un precio de contado o a plazo y pacta simultáneamente la operación inversa de compra (o venta) para un mismo comitente y en un vencimiento posterior. La caución bursátil es una operación similar al pase, pero a diferencia de aquel, no implica el cambio de propiedad de los títulos sino su inmovilización por un tiempo determinado. Si durante la vigencia de la caución el título realiza pagos de dividendos u otros conceptos, el dueño original será quien goce de estos beneficios.

3.2.5. Fondos cotizantes

Un fondo cotizante es un instrumento de inversión que permite reproducir con un alto grado de aproximación el rendimiento de lo más diversos índices que representan mercados de valores, sectores específicos de una economía o empresas de países. Un ETF permite diversificar un portfolio de inversión internacionalmente.

3.3. Instrumentos derivados

Un derivado financiero es un activo cuyo valor se basa en el precio de un activo subyacente. Estos pueden ser acciones, índices bursátiles, bonos soberanos o corporativos, tasas de interés, commodities, entre otros. Entre los principales instrumentos derivados se encuentran:

3.3.1. Futuros

Un futuro es un contrato que obliga a las partes contratantes a comprar o vender un número determinado de bienes o valores (activo subyacente) en una fecha futura y determinada y a un precio preestablecido. Estos contratos se negocian en los mercados a término o mercado de futuros.

3.3.2. Opciones

Una opción es un instrumento financiero derivado que otorga el derecho pero no la obligación de comprar o vender un título en el futuro a un precio definido y en un periodo de tiempo

predeterminado. Las opciones de compra permiten a su poseedor beneficiarse ante una suba en el precio de mercado del activo subyacente; mientras que las opciones de venta permiten a su poseedor beneficiarse ante una baja en el precio de aquel.

3.3.3. Contratos forward

Un forward es un contrato a largo plazo entre dos partes para comprar o vender un activo a precio fijado y en una fecha determinada. A diferencia de un futuro, el contrato forward se ajusta a las condiciones y necesidades de las partes, ya que no se encuentra estandarizado. Además, se negocia entre las dos partes en forma privada, sin cámara de compensación.

3.3.4. Swaps

Un swap es una transacción financiera en la que dos partes acuerdan contractualmente intercambiar flujos de fondos en el tiempo. El objetivo consiste en mitigar las oscilaciones de las monedas y de los tipos de interés principalmente ya que el intercambio de tales flujos futuros, tiene como propósitos disminuir los riesgos de liquidez, tasa, plazo o emisor y permite la reestructuración de portfolios.

APARTADO B: ALGUNOS CONCEPTOS DE VALUACION DE BONOS

1. CONCEPTO DE BONO

Un bono (o título público) es un instrumento financiero de renta fija que tiene un cronograma de pagos conocido al momento de su adquisición, de acuerdo a sus condiciones de emisión. Dependiendo del ente emisor, los bonos pueden clasificarse en bonos soberanos (lanzados por gobiernos) o bonos corporativos (lanzados por empresas privadas).

2. ESTRUCTURA DE LOS BONOS⁴

2.1. Precio de un bono

El precio de un instrumento financiero se calcula como el valor actual del flujo futuro de fondos esperado descontado a una tasa de costo de capital, representativa del costo de oportunidad de la inversión. De esta manera, para determinar el precio de un bono debe calcularse el valor actual de los flujos de amortizaciones e intereses esperados al momento de la valuación.

La tasa de interés o tasa de descuento que un inversor espera obtener de un título público es denominada “rendimiento requerido”. Tal rendimiento se relaciona al retorno que el inversor podría obtener invirtiendo su dinero en otro instrumento con las mismas características crediticias del emisor (riesgo), valor del cupón y vencimiento. En la práctica el rendimiento requerido es la tasa de interés de mercado para un determinado plazo y nivel de riesgo. Así, el precio de cualquier bono se calcula de la siguiente manera:

$$p = \sum_{j=1}^n [CF_j / (1+r)^j]$$

En donde:

- “P” representa el precio del bono a la fecha de valuación
- “r” representa la tasa de descuento o rendimiento requerido
- “j” representa el tiempo hasta que se devengue cada flujo de amortización e interés
- “CFj” representa el valor en efectivo de cada pago de amortización e interés

2.2. Tipo de emisor

Una de las características más importantes de un título público es la naturaleza del emisor, es decir, el ente que asume el compromiso de pago de las cuotas de amortización e interés de la deuda. Los emisores pueden ser estados nacionales, provinciales o municipales (títulos públicos), o bien empresas privadas (bonos corporativos o también denominados obligaciones negociables).

⁴ VAN HORNE J. “Administración Financiera” (1997), México: Pearson Education.

2.3. Cupón y tasa del cupón

Se denomina cupón al monto que recibirá el tenedor en concepto de renta de intereses. La frecuencia de pago es variable. Dependiendo de la periodicidad, ésta puede ser en forma mensual, trimestral, semestral o anual. Por su parte, la tasa del cupón es la tasa nominal de interés que se compromete a pagar el emisor por retribución del capital, la cual puede ser conocida o sujeta a las condiciones volátiles de mercado.

2.4. Valor residual

El valor residual indica el valor nominal pendiente de pago por parte del emisor, es decir, la proporción del capital aún no amortizado. Si el título es amortizado en una sola cuota⁵, el valor residual durante toda la vida del bono será equivalente a su valor nominal. Por su parte si el capital es amortizado en cuotas parciales, el valor residual irá reduciéndose a lo largo de la vida del título en la porción que establezcan las condiciones de emisión. Este dato es relevante para el cálculo del valor técnico del bono.

2.5. Intereses corridos

Son los intereses devengados y no percibidos entre el momento de la valuación y la fecha del último cupón pagado. Por lo tanto, en el momento de inicio de cada período de renta, los intereses corridos son iguales a cero.

2.6. Valor técnico

El valor técnico indica el “valor de rescate” del título al momento de la valuación y se calcula como el valor residual más los intereses corridos a la fecha de análisis. Para el caso de los bonos que capitalizan intereses, el cálculo se hace sobre el capital ajustado, es decir, la suma del valor residual por el coeficiente de ajuste del capital, más los intereses corridos a la fecha de valuación.

2.7. Paridad

La paridad es la relación entre el precio del bono y su valor técnico. Cuando la paridad del bono es igual a la unidad se dice que el bono cotiza a la par. Si es mayor que uno, cotiza sobre la par y si es menor

⁵ A este tipo de instrumento se lo denomina “Bono Bullet”.

que uno, cotiza bajo la par. La relación de paridad permite saber si la tasa interna del retorno del título será mayor, menor o igual a la tasa del cupón de intereses.

2.8. Rendimiento al vencimiento

La tasa de rendimiento requerida es conocida como “rendimiento al vencimiento” o “yield to maturity”. Ésta representa la tasa esperada de rentabilidad del título⁶, si y sólo si, se reinvierten los flujos intermedios de intereses y capital a la misma tasa y se conserva el instrumento hasta su vencimiento. Matemáticamente, la “YTM” es la tasa de descuento que equivale al valor presente de todos los pagos esperados de intereses y capital al vencimiento con el precio corriente de mercado del título.

3. MEDIDAS DE VOLATILIDAD⁷

3.1. Duración de Macaulay

La duración de Macaulay (o duration) es una medida del plazo de maduración de un bono y calcula la media de los plazos de reembolso de cada uno de los flujos de pago, ponderado por su participación relativa dentro del precio del bono. La duración proporciona una medida del riesgo de exposición de un instrumento a la variación de los tipos de interés del mercado.

Matemáticamente, la duración se obtiene calculando la derivada primera del precio del título respecto a su tasa interna de retorno. La sensibilidad del precio “P” a los movimientos de tipos de interés será tanto mayor, cuanto más lejano sea el vencimiento de los activos. Así, la duración de cualquier bono se calcula de la siguiente manera:

$$D = \sum_{j=1}^n \left[CF_j * j / (1+r)^j \right] / P$$

En donde:

- “D” representa la Duración del bono

⁶ Tasa interna de retorno.

⁷ VAN HORNE J. (1997) Op. Cit.

- “P” representa el precio del bono a la fecha de valuación
- “r” representa la tasa de descuento o rendimiento requerido
- “j” representa el tiempo hasta que se reciba cada flujo de amortización e interés
- “CFj” representa el valor en efectivo de cada pago de amortización e interés.

3.2. Duración modificada

La duración modificada (o modified duration) estima la variación del precio del activo respecto a la variación en los tipos de interés del mercado, medidos por la tasa interna de retorno. Esta medida de volatilidad estima los cambios en el precio de un bono frente a pequeños cambios en la TIR del mismo y se calcula como sigue:

$$DM = Duración / (1 + TIR)$$

Posteriormente, para la determinación del cambio en el precio se calcula a través de la siguiente ecuación la variación porcentual:

$$\Delta \text{ Precio} = -DM * \Delta TIR * \text{Precio}$$

3.3. Convexidad

Mejora la estimación de la duración modificada respecto al cambio esperado en el precio, frente un “cambio significativo” en la tasa interna de retorno. Ante variaciones iguales en el rendimiento (positivas o negativas) corresponden variaciones distintas en los precios correspondientes. Si cae el rendimiento, el precio en valor absoluto aumenta más que lo que disminuye si aumenta el rendimiento. Ésta medida de volatilidad representa la derivada segunda del precio respecto a la tasa interna de retorno y se calcula como sigue:

$$C = \sum_{j=1}^n \left\{ \left[\frac{(CF_j * j) * (j+1)}{(1+r)^{j+2}} \right] \right\} / P$$

En donde:

- “C” representa la convexidad del bono
- “P” representa el precio del bono a la fecha de valuación
- “r” representa la tasa de descuento o rendimiento requerido
- “j” representa el tiempo hasta que se reciba cada flujo de amortización e interés
- “CFj” representa el valor en efectivo de cada pago de amortización e interés.

Matemáticamente, la duración modificada es la tangente a la curva de rendimiento en un determinado punto. Para cambios infinitesimales en la tasa de interés la duración brinda una aproximación adecuada del nuevo valor que alcanzará el precio. Sin embargo, a medida que el cambio en la tasa de interés es más volátil, la duración por sí sola no constituye una buena aproximación del cambio en el precio del bono. Consecuentemente es necesario acudir al cálculo de la convexidad.

A continuación se presenta la ecuación que estima calcula el cambio exacto en el precio del título ante variaciones en la tasa de interés:

$$\Delta \text{ Precio} = -DM \cdot \Delta \text{TIR} + C \cdot 0.5 \cdot \Delta \text{TIR}^2$$

APARTADO C: ALGUNOS CONCEPTOS DE MODELOS DE ANALISIS FINANCIERO

1. MODELOS DETERMINISTAS Y MODELOS ESTOCASTICOS

Una variable aleatoria puede concebirse como un valor numérico que está afectado por el azar. En una variable aleatoria no es posible conocer con certeza el valor que tomará en el parámetro en el futuro. No obstante, es posible establecer una distribución de probabilidad asociada.

Un “modelo determinista” es aquel en que el azar no está involucrado en el desenvolvimiento del estado futuro de un sistema. Produce siempre la misma salida (output) a partir de determinadas

condiciones de partida o estado inicial. Esto significa que el output del sistema es igual siempre y cuando se utilicen determinadas variables de entrada o inputs, independientemente del ambiente en que se desarrollen. Por su parte, en un “modelo estocástico o probabilístico” el estado futuro de un sistema está determinado por las entradas y siempre afectadas por la aleatoriedad o variabilidad del entorno en el cual operan.

Todo sistema real opera en entornos con cierto grado de incertidumbre. Cuando en ese sistema aparecen acciones o decisiones humanas imprevisibles, los modelos determinísticos no explican el comportamiento dinámico de los mismos. De esta manera, resulta necesario el análisis a través de “procesos estocásticos”, los cuales utilizan las características regulares o típicas de un sistema para describirlos por medio de modelos probabilísticos.

2. CONCEPTO DE VALUACION DETERMINISTA

Un modelo de valuación determinista busca pronosticar el rendimiento de un activo financiero (de renta fija o variable) por medio de la estimación puntual de parámetros estadísticos como media, moda, mediana, desviación estándar, varianza, covarianza, entre otras. De esta manera, se calcula la esperanza matemática de cada variable. Finalmente, a partir del análisis de intervalos de confianza se infiere el grado de fiabilidad de los resultados de una muestra.

3. CONCEPTO DE SIMULACIÓN COMO MODELO ESTOCÁSTICO

La simulación es una técnica cuantitativa que hace uso de la estadística y las tecnologías de la información para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de sistemas reales cuyo estado cambian con el paso del tiempo. Esta metodología consiste en la creación de un modelo matemático del sistema, proceso o actividad que se quiere analizar, identificando las variables cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema. Una vez identificados los inputs, se procede a la experimentación, la cual consiste en la generación de muestras aleatorias para dichos inputs y el análisis del comportamiento del sistema ante los valores generados. Así, tras la repetición de “n” veces el procedimiento, se dispone de “n” observaciones acerca del comportamiento del sistema, permitiendo de esta manera, entender el funcionamiento general del mismo. En particular, mientras mayor número de observaciones sean sometidas a experimentación, más precisas serán las

conclusiones.

La simulación estocástica es un método estadístico que permite resolver problemas matemáticos mediante la simulación de variables aleatorias. La importancia actual del método radica en la existencia de problemas que tienen difícil solución por métodos exclusivamente analíticos o numéricos, pero que dependen de factores aleatorios que se pueden asociar a un modelo probabilístico artificial. En este método el error tiene una distribución de probabilidad de $1/\sqrt{N}$, donde N es el número de pruebas y, por tanto, para ganar una cifra decimal en la precisión se debe aumentar N en 100 veces⁸.

La simulación estocástica puede ser aplicada para inferir el comportamiento de los mercados financieros. De esta manera, pueden generarse múltiples iteraciones para los retornos de un activo (o portfolio de inversión) con un horizonte temporal predefinido. Dichas iteraciones deben ser generadas a partir de una función de distribución de probabilidades que represente al proceso estocástico simulado. Una vez simuladas las diversas trayectorias, por medio de miles de simulaciones, se obtienen los valores del retorno para el horizonte de inversión o análisis preestablecido.

Citando a la Lic. Marcela González en su tratado de análisis financiero en condiciones de riesgo:

“En la realidad cotidiana se utilizan, un número importante de variables aleatorias en todos los campos de negocios. Estas variables aleatorias siguen algún tipo de distribución. Por esta causa uno de

⁸ Aplicando un $N=100$, la ecuación resultante es $1/\sqrt{100}= 0,01$. Esto equivale a una mejora en la precisión de un 1%.

los elementos más importantes en la simulación es identificar adecuadamente las distribuciones de probabilidad de los datos de entrada. Ello requiere analizar datos empíricos y ajustarlos a un tipo de distribución”⁹.

Para conocer con mayor precisión la distribución de estos datos de entrada se deben aplicar los criterios denominados “test de bondad de ajuste”. Estas pruebas permiten definir la mejor distribución de probabilidad de un conjunto de datos históricos.

4. APLICACIÓN A LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS

Los mercados bursátiles generan un gran volumen de datos e información procesada que permite tomar decisiones de inversión. Los datos suelen agruparse en intervalos de frecuencia, lo que permite predecir el comportamiento del sistema del cual son generados. Así, resulta imprescindible conocer la función de distribución de probabilidades que sigue cada dato, a fin de determinar las probabilidades de que se den determinados resultados.

Ahora bien, la realidad financiera se encuentra inmersa en un espacio con infinitas variables a modelar. No todos los datos siguen una misma distribución de probabilidades, por lo que resulta necesario acotar el estudio del sistema a un número finito de variables con un elevado grado de confianza que permita tomar decisiones con el menor riesgo posible. Surgen graves errores cuando se manejan funciones de distribución de datos usando medidas que corresponden a otro tipo de

⁹ HERRERA LANA E. (2011). “Riesgos en proyectos de inversión: simulación, pronósticos y optimización”, Quito: Cydhem; ZALBIDEGOITIA B. y ABASOLO A. (2011). “Simulación estocástica en la determinación del valor en riesgo de los activos financiero”, disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:u6l64jnNLMQJ:www.uca.edu.ar/uca/common/grupo7/files/Simulaci-n_para_la_Valuaci-n_PROAPI.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ar, [diciembre,2014]; GONAZALEZ, Marcela. (2012) “Análisis financiero en condiciones de riesgo”, Morón, Buenos Aires, disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:u6l64jnNLMQJ:www.uca.edu.ar>, [diciembre,2014]

distribución. De ahí la necesidad de conocer las medidas de estadística, los distintos modos de distribución de datos y cómo se comportan éstos.

Cuando se poseen datos y se desea conocer la distribución a la cual pertenecen se deben aplicar los llamados “test de bondad de ajuste” a fin de probar si existe una diferencia significativa entre una distribución de frecuencias observadas y la distribución de frecuencias teóricas. A continuación se nombran las pruebas estadísticas a más relevantes:

- Prueba de Kolmogorov – Smirnov
- Prueba de Anderson – Darling
- Prueba de chi cuadrado de Pearson

Además de ajustar variables aleatorias en los datos de entrada a distribuciones concretas, la utilización de medidas estadísticas en los modelos de simulación sirve para analizar los resultados obtenidos. La simulación ofrece un muestreo entre una infinita población de resultados posibles. Para interpretar adecuadamente estos resultados deben introducirse medidas que revelen la variabilidad de los mismos: medidas centrales, medidas de dispersión o medidas de tendencias. Para diseñar experimentos y validar modelos de simulación se establecen tres fases: ajustar variables, analizar resultados y calcular medidas estadísticas.

Especificados los parámetros que caracterizan a una variable aleatoria, para medir los resultados del análisis de una muestra de datos se utilizan diferentes medidas estadísticas agrupables en tres categorías: medidas centrales, medidas de posición no central y medidas de dispersión.

Las “medidas de tendencia central” pretenden proporcionar un valor que represente a la muestra. La media representa el valor promedio de la variable en cuestión, la mediana determina el centro de la distribución y la moda calcula el valor de la variable que más se repite.

Por su parte, las “medidas de posición no central” caracterizan la forma de la distribución. Los percentiles dividen la distribución en partes iguales de 1%, los cuartiles dividen la distribución en partes iguales de 25% y los deciles dividen la distribución en partes iguales de 10%.

Finalmente, las “medidas de dispersión” permiten conocer el grado de concentración de la distribución alrededor de un valor. La varianza mide la dispersión alrededor de la media pero su unidad de medida está elevada al cuadrado a efectos de cálculo, lo que dificulta la interpretación. Para solucionar dicho aspecto se suele utilizar la desviación estándar.

Las medidas anteriores suelen ser complementadas con otros indicadores más específicos como

el coeficiente de asimetría y coeficiente de curtosis, la cual mide el grado de concentración de los datos respecto a la media de la distribución. Esto explica la forma de la distribución de frecuencias, sus colas y la forma de su centro.

5. DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

En general, una distribución de probabilidad es una figura perfecta que muestra los valores que puede tomar una variable y su probabilidad de ocurrencia. Estas pueden agruparse en dos categorías:

- Distribuciones de probabilidad continuas
- Distribuciones de probabilidad discretas

Las distribuciones continuas suponen que existe un número infinito de valores entre cualquiera de dos puntos de la distribución. En muchas situaciones se puede utilizar sin problemas una distribución continua para aproximar una distribución discreta, aunque el modelo continuo no describa con exactitud la situación. Los modelos más utilizados son:

- Distribución normal
- Distribución uniforme
- Distribución exponencial
- Distribución lognormal

Por su parte, una distribución de probabilidad discreta describe diferentes valores, normalmente enteros, que no toman valores intermedios y que, gráficamente, se muestran como una serie de barras verticales. Las más utilizadas son:

- Distribución de Bernoulli
- Distribución binomial
- Distribución geométrica
- Distribución de Poisson

CAPITULO II

APLICACIÓN DE MODELOS DESTERMINISTAS Y ESTOCÁSTICOS

En el segundo capítulo se realiza el análisis histórico bursátil del activo financiero modelar. A fin de desarrollar dicho estudio, se utiliza el enfoque de información “top-down”. Inicialmente, se propone realizar el análisis determinístico del activo seleccionado. Finalmente, se efectúa el análisis a través del medio del modelo de simulación estocástico.

1. COYUNTURA FINANCIERA

Para comenzar a interpretar el grado de inversión de cualquier instrumento financiero, la primera actividad consiste en la evaluación de la situación financiera a nivel macro o agregado del mercado en el cual se encuentra operando el activo en cuestión. Al efecto de seleccionar un bono soberano en el mercado argentino, primeramente se analiza el comportamiento histórico del índice “Merval Argentina”¹⁰. Dicho índice constituye el principal indicador de la situación del Mercado de Valores de Buenos Aires y muestra la evolución de un conjunto de empresas argentinas, tomando en cuenta el volumen comercializado.

Gráfico N° 1: “evolución del Merval en los últimos 8 años”



Fuente: elaboración propia

¹⁰ <http://ar.finance.yahoo.com> [agosto 2014]

Analizando la evolución histórica desde comienzos de 2007 a la fecha, pueden observarse cuatro fases diferenciadas por las que atravesó el mercado bursátil doméstico:

- **Fase I - “De lateralización de mercado”**

La primera etapa comienza en enero de 2007 y finaliza en octubre de 2008. Como puede observarse en el gráfico adjunto, el Merval presentaba una tendencia lateral. El valor de cotización del índice se mantenía relativamente estable cercano a los 2000 puntos. No obstante, el índice comenzaba un paulatino proceso de pérdida de valor hasta alcanzar el mínimo de 829 puntos hacia fines de octubre de 2008.

- **Fase II – “De crecimiento”**

La segunda etapa comienza luego del mínimo registrado en octubre de 2008 y alcanza hasta diciembre de 2010. El mercado comenzaba un período de recuperación lenta. Tras un año de operaciones, el Merval volvía a alcanzar su precio de cotización histórico; pero no conforme con la recuperación, los oferentes y demandantes comenzaban a “agitar” el mercado en creces, hasta el punto de casi duplicar el valor de 2007. En este período el índice registraba un “Market Value” cercano a los 3500 puntos, el mayor de su historia desde su lanzamiento en 1986.

- **Fase III – “ de estabilización”**

Luego de que el mercado mostrara tal crecimiento, no demoraría demasiado tiempo en que se produjera el “shock” de estabilización. Evidentemente, se había desarrollado una fase especulativa que no tardaría en desinflarse. Los precios de cotización de los activos componentes resultaban sobrevalorados por lo que la información pública y privada indicaría la necesidad de equilibrio (eficiencia fuerte). De esta manera, hacia fines de 2012 el índice se acercaba a su precio histórico promedio.

- **Fase IV – “ de transferencia económica”**

La última fase de análisis se desarrolla desde diciembre de 2012 a la fecha. Esta etapa se caracteriza por el traslado del efecto inflacionario que se produce en la economía real hacia los mercados financieros. Concretamente, el precio de los activos que componen el índice comienza a

elevarse dado las expectativas de flujos de fondos crecientes en “términos nominales” para las empresas argentinas. Cabe destacar que el índice Merval se calcula en términos de moneda corriente. Si bien en las fases previas, se presentaban índices inflacionarios de dos dígitos, en los últimos dos años la economía registró los mayores índices de inflación de las últimas dos décadas.

2. OPERACIONES CON TÍTULOS PÚBLICOS

El volumen efectivo en pesos negociado en títulos públicos durante el año 2013 sumó \$262.855 millones, siendo el mayor guarismo de los últimos 10 años (el anterior máximo histórico era de \$172.319 en el año 2008). El volumen promedio diario negociado en títulos públicos alcanzó los \$1.091 millones, lo que implicó un aumento del 58% respecto al año 2012 y el valor más alto desde la salida de la convertibilidad¹¹.

Gráfico N° 2: “volumen de comercialización en el Merval – Año 2013”



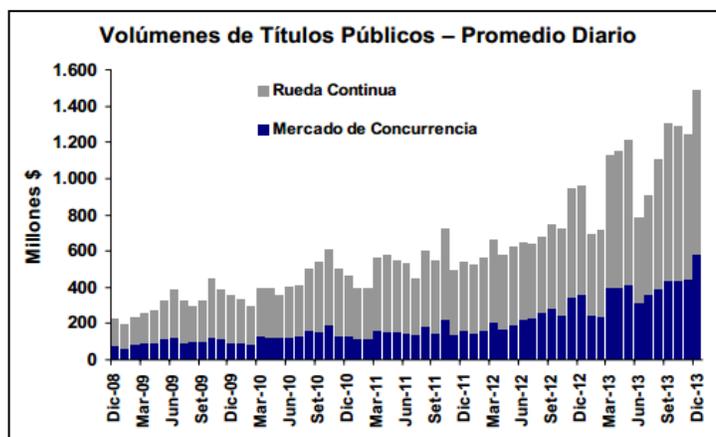
Fuente: <http://www.iamc.sba.com.ar>

Del total negociado durante el año 2013, el 35,6% correspondió al mercado de concurrencia, mientras que el 64,4% restante se negoció en rueda continua. En cuanto al volumen de acciones, el promedio diario fue de \$79 millones, contra \$41 millones en 2012. Esto implicó un importante

¹¹ <http://www.iamc.sba.com.ar> [agosto 2014]

aumento del 90% y el valor más alto alcanzado desde el año 2008.

Gráfico N° 3: “volumen de comercialización de títulos públicos diarios en el Merval – Año 2013”



Fuente: <http://www.iamc.sba.com.ar>

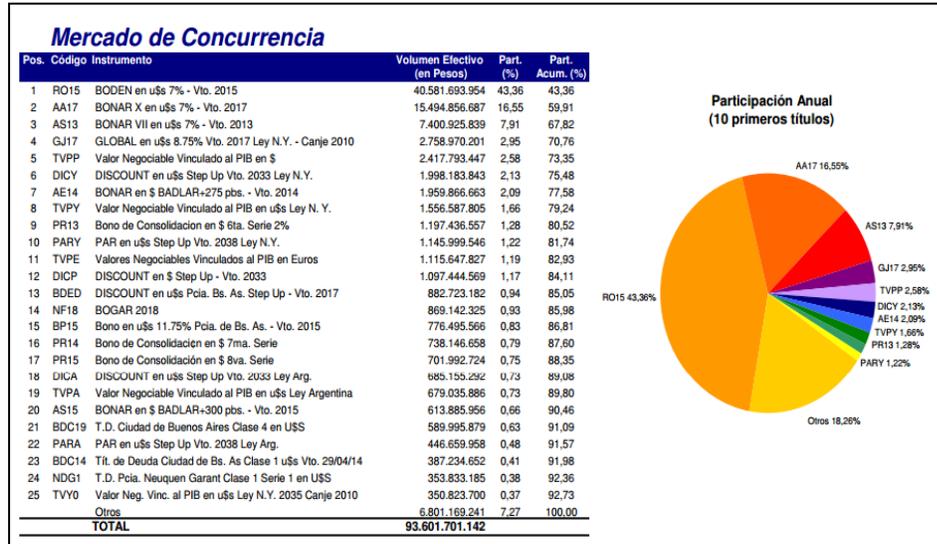
Del total de operaciones liquidadas en el año 2013 en el Mercado de Concurrencia, un 43,36% correspondió al Boden 2015 (RO15), con un volumen efectivo de \$40.581.693.954. Este instrumento paga una tasa de interés en dólares al 7% anual, lo cual implica una elevado “hedging¹²” para el inversor privado.

En segundo lugar, el Bonar 2017 (AA17) tuvo una participación relativa del 16,55% con un volumen efectivo de \$15.494.856.687. Este bono posee una madurez más larga en relación al instrumento anterior, con una tasa anual que también es en dólares al 7%.

En tercer lugar, el título Bonar VII (AS13) presentó una participación del 7,91% con un volumen en efectivo de \$7.400.925.687. Cabe destacar que este activo se encuentra totalmente liquidado, por lo que no podría considerarse como muestra para la aplicación del modelo.

¹² Cobertura frente a desfasajes macroeconómicos o volatilidades propias del mercado.

Gráfico N° 4: “títulos más comercializados en el Mercado de Concurrencia en 2013”



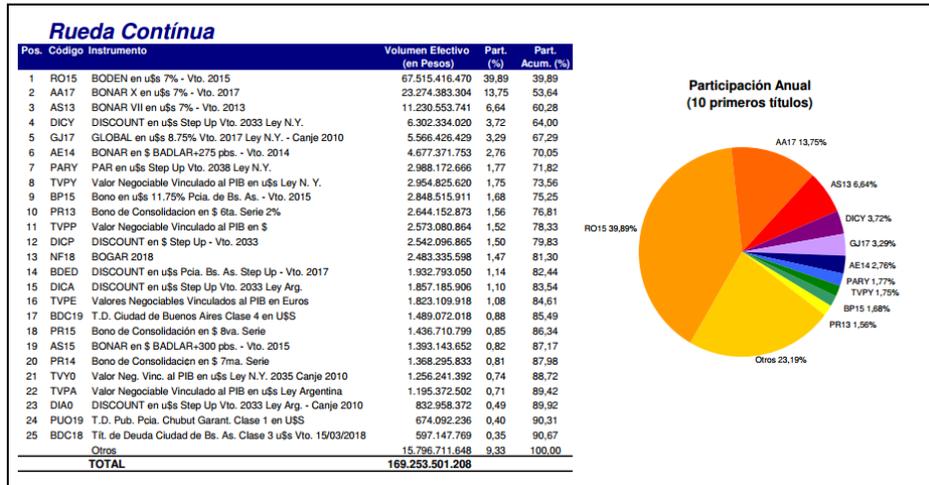
Fuente: <http://www.iamc.sba.com.ar>

Por su parte, el volumen de operaciones en rueda continua en el año 2013, presentó la misma tendencia que el mercado de concurrencia. Particularmente, el Boden 2015 (RO15) tuvo una participación relativa del 38,89%, con un volumen en efectivo de \$67.515.416.470.

En segundo orden, el Bonar 2017 (AA17) presentó una participación relativa del 13,75%, con un volumen en efectivo de \$23.272.383.304.

Por último, el Bonar VII tuvo una participación relativa del 6,64%, con un volumen en efectivo de \$11.230.553.741.

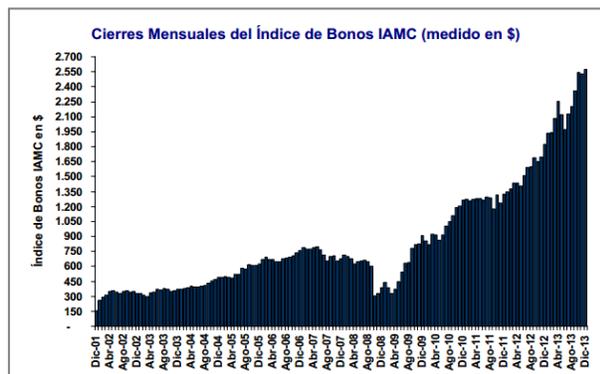
Gráfico N° 5: “ títulos más comercializados en Rueda Continua en 2013”



Fuente: <http://www.iamc.sba.com.ar>

Adicionalmente, si se analiza la el índice de bonos del Instituto Argentino de Mercado de Capitales, el cual replica una cartera conformada por los principales títulos públicos nacionales, puede observarse un crecimiento sostenido en los últimos 5 años. Esta apreciación permite inferir el trascendental papel que ocupa este tipo de activo en el Mercado de Valores de la República Argentina.

Gráfico N° 6: “evolución del Índice de Bonos del Instituto Argentino de Mercado de Capitales”



Fuente: <http://www.iamc.sba.com.ar>

Específicamente, en el período 2008-2013 el índice de bonos del IAMC tuvo un incremento

del 850%, el cual podría verse explicado en un aumento de la demanda de estos activos como instrumento de inversión.

3. SELECCIÓN DEL ACTIVO FINANCIERO

Considerando el volumen en efectivo y la participación relativa en el mercado de títulos públicos, se selecciona el bono “BODEN 2015”. A continuación se citan las condiciones que establece el prospecto de emisión¹³:

Clase de instrumento: Bono emitido por el Gobierno de la Nación Argentina

Fecha de emisión e IPO: 3 de octubre de 2005

Fecha de madurez: 3 de octubre de 2015

Moneda de emisión: dólares estadounidenses

Tasa periódica de Interés: Tasa fija del 7% pagadera semestralmente, calculados sobre la base de un año de 360 días integrado por 12 meses de 30 días cada uno.

Fechas de pago de intereses: 3 de abril y el 3 de octubre de cada año hasta el vencimiento.

Fecha del primer servicio: 03 de abril de 2006

Amortización: Integra al vencimiento (bono bullet)

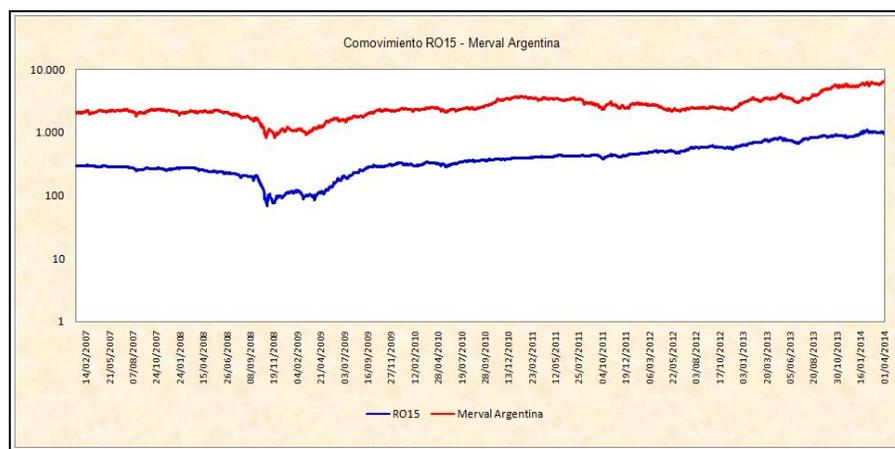
Ámbito de Negociación: Mercado Abierto Electrónico y Mercados de Valores de Buenos Aires

¹³ <http://www.puentenet.com> [agosto 2014]

4. COMOVIMIENTO ACTIVO – Merval

El primer paso hacia la determinación del comportamiento del activo, consiste en analizar el comovimiento con el mercado. Al efecto de eliminar los inconvenientes asociados a la escala, se utiliza la base logarítmica natural para la cotización de los precios del bono y del Merval.

Gráfico N° 7: “comovimiento Boden 2015 / Merval”



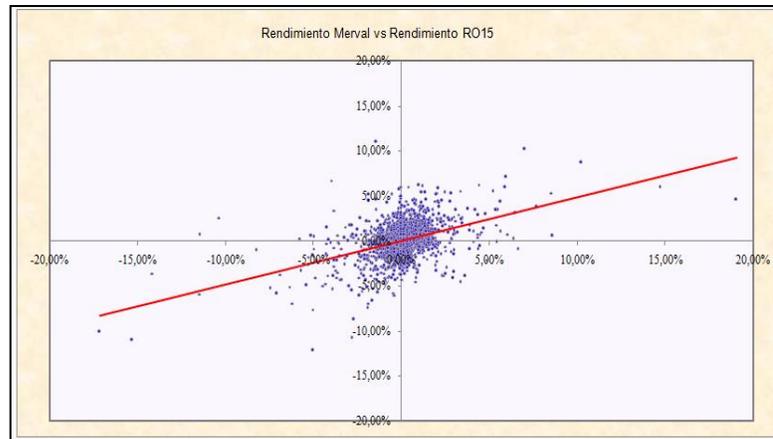
Fuente: elaboración propia

Históricamente, el título ha replicado la tendencia del mercado. En ambos casos, se evidencia una tendencia lateral, seguida por una pérdida de “valor de mercado”, continuada por un período de recuperación paulatina. Asimismo, se observa el crecimiento exponencial en ambos casos a la fecha. Esto hace suponer que un elevado porcentaje del rendimiento del título se explica por el mercado en el cual cotiza. Inmediatamente, la pregunta a desarrollar es ¿Cuán sensible es el título al Merval? Para dar respuesta a dicho interrogante, en el siguiente apartado se aplica una “regresión lineal”.

5. SENSIBILIDAD DEL ACTIVO FRENTE AL MERCADO

En primera instancia, puede observarse que existe una correlación positiva entre el rendimiento del título y el mercado. Ante un cambio positivo en el Merval, se esperaría que el Boden 2015 fluctúe en la misma dirección. A continuación se presentan los principales parámetros de regresión:

Gráfico N° 8: " correlación rendimiento Boden 2015 / rendimiento Merval"



Fuente: elaboración propia

Tabla N°1: "estadísticos de correlación entre el Boden 2015 y el Merval"

ESTADISTICOS	VALOR DEL PARÁMETRO	INTERPRETACIÓN
Coefficiente de correlación múltiple	0,4426	Existe una relación positiva entre el rendimiento del activo y el rendimiento del mercado
Coefficiente de determinación	0,1959	El 19,54% de los cambios en el rendimiento del activo obedecen a fluctuaciones del Merval
Coefficiente de indeterminación	0,8041	El 80,41% de los cambios en el rendimiento del activo se producen por las características propias del bono

Fuente: elaboración propia

En conclusión, el análisis de sensibilidad señala que el mercado no alcanza a explicar por completo el comportamiento del activo en cuestión. Consecuentemente, resulta necesario analizar las características particularidades del bono. ¹⁴

¹⁴ En activos de renta variable, como acciones, el análisis de sensibilidad frente al mercado permite pronosticar la mayor parte del comportamiento del rendimiento y riesgo. En síntesis, la teoría de valoración de activos de capital resulta aplicable a acciones pero no a bonos.

6. ANALISIS DEL VECTOR RENTABILIDAD - RIESGO

Gráfico N°9: “ Análisis del vector rentabilidad / riesgo”



Fuente: elaboración propia

Inicialmente, el bono presentaba una tendencia lateral con leves pérdidas para el inversor primario. Sin embargo, hacia fines del año 2008 el título comenzaba a perder valor de mercado hasta alcanzar un precio mínimo de cotización de \$68.00 el día 29/10/2008, lo que implicaba una pérdida de valor del 76.34% para los inversores primarios, como consecuencia de la pérdida de valor que afrontaba el Merval (etapa de lateralización).

Luego de una pérdida de tal magnitud, el papel comenzaba a mostrar leves señales de recuperación, siguiendo la tendencia de mercado (etapa de crecimiento). En un plazo de un año, el título se aproximaba hacia el precio de la IPO¹⁵.

Posteriormente, se presentaba una tendencia alcista de largo plazo, en un contexto de estabilización bursátil. De esta manera, hacia mediados del año 2010 podía observarse una figura de tipo “hombro-cabeza-hombro”, dando a suponer un crecimiento sostenido a largo plazo.

Finalmente, el máximo valor del bono se alcanzó el día 03/12/2014 con un valor de cotización de \$1092,00, lo que implicaba un aumento del 379.17% en referencia a la IPO y un

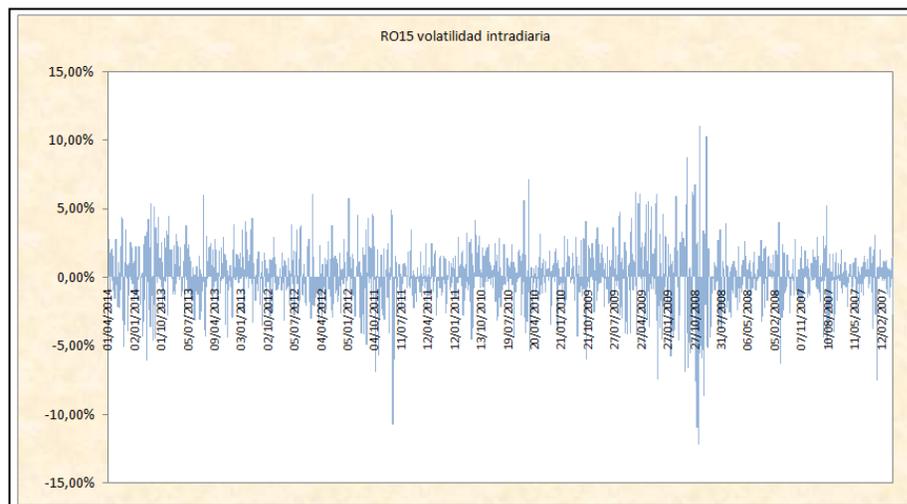
¹⁵ Initial Public Offering: Señala el precio de lanzamiento al mercado, el cual se considera como precio de referencia.

rendimiento del 1605,88% para los inversores secundarios de fines del año 2008. En esta última etapa comenzaba a observarse un proceso de transferencia inflacionaria desde la economía real.

Desde el punto de vista del inversor primario, el bono ha resultado muy atractivo como inversión de largo plazo. Si bien cabe destacar que la madurez se alcanzará en el año 2015, el instrumento ya ha rendido excelentes réditos para sus tenedores.

Por otra parte, analizando la volatilidad del precio del instrumento, es decir, el cambio porcentual intradiario, puede advertirse un riesgo de aproximadamente el 1,81% promedio histórico. El día 22/08/2008 se presentaba la mayor pérdida con una variación negativa del 17,14% respecto al día anterior, mientras que la mayor ganancia se registraba el día 03/11/2008 con una variación positiva del 19,05%.

Gráfico N° 10: “volatilidad histórica del Boden 2015”

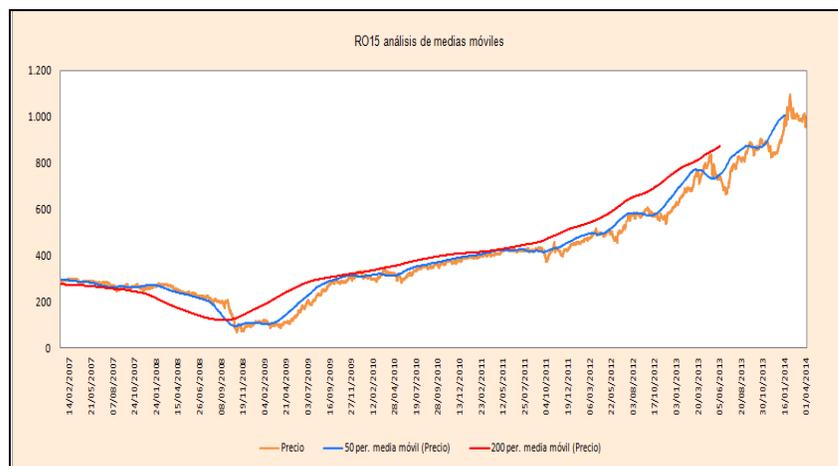


Fuente: elaboración propia

7. ANALISIS DE MEDIAS MÓVILES

A partir del análisis de medias móviles de corto y largo plazo, pueden observarse las señales de compra y venta. Específicamente, se consideró como parámetro de corto plazo la media móvil de 50 ruedas, mientras que para el largo plazo, se consideraron 200 ruedas. Tomando como referencia el análisis técnico (chartista), se observaba una clara señal de compra hacia fines de 2008, ya que la media de corto plazo cortaba la media móvil de largo plazo. Posteriormente, no se observaban señales de venta, ya que la media de corto plazo no volvía a cruzar la de largo plazo, lo que indicaba perspectivas alcistas.¹⁶

Gráfico N° 11: “Análisis de medias móviles históricas el Boden 2015”



Fuente: elaboración propia

8. ANALISIS DETERMINÍSTICO COMO MODELO DE ANALISIS

A fin de realizar un análisis más específico del activo, se realiza el cálculo de los principales parámetros estadísticos para describir con mayor detalle el comportamiento histórico del activo en cuestión. A continuación se presentan los principales parámetros considerados y su interpretación:

¹⁶ MURPHY J. (2000). “Análisis técnico de los mercados financieros”, Barcelona: Gestión 2000.

Tabla N°2: “Estadísticas deterministas del Boden 2015”

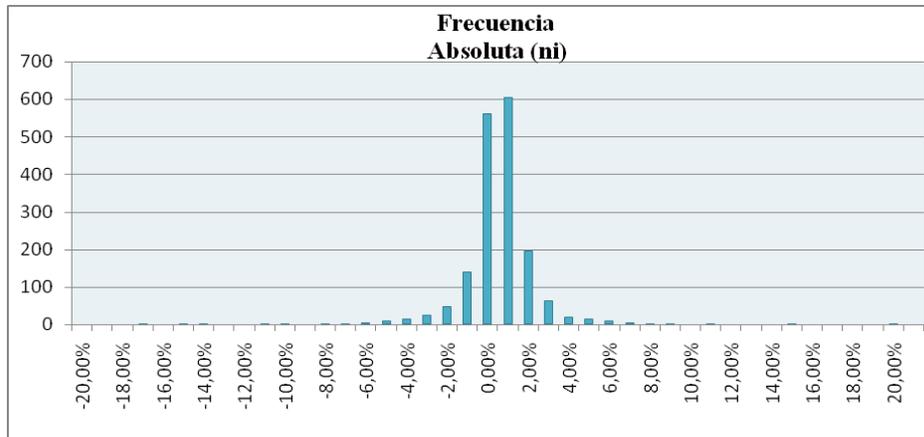
ETADISTICO	VALOR PARAMÉTRICO	INTERPRETACIÓN
Media	0,0865%	Rendimiento intradiario promedio
Moda	0,00%	Rendimiento más frecuente
Desviación estándar	1,81%	Dispersión del rendimiento respecto del promedio histórico
Curtosis	23,97	Distribución leptocúrtica: presenta un elevado grado de concentración de los rendimientos alrededor de los valores centrales
Coefficiente de asimetría de Fisher	-0,44	Distribución asimétrica negativa hacia la izquierda
Rango	36,19%	Diferencia entre el mínimo y máximo rendimiento
Mínimo	-17,14%	Pérdida intradiaria máxima (22/08/2008)
Máximo	19,05%	Ganancia intradiaria mínima (03/11/2008)
Número de Observaciones	1720	Rendimientos históricos considerados en la muestra

Fuente: elaboración propia

A continuación se presenta un histograma de clases que refleja la distribución de probabilidad que ajusta los datos de la serie. Como puede observarse, la historia indica que el rendimiento diario del activo asume una distribución “t-student” con una media de 0,08648% diario.¹⁷

¹⁷ Para la realización de los cálculos estadísticos se utilizó la funcionalidad de “análisis de datos” del software “Microsoft Excel 2007 Professional”.

Gráfico N° 12: “Frecuencia absoluta del rendimiento histórico del Boden 2015”



Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta una media de 0,08648%, una desviación estándar de 1,81%, una muestra de 1720 elementos y un nivel de confianza del 95% se determina el intervalo de confianza a los efectos de evaluar la confiabilidad de los datos contenidos en la muestra. Seguidamente, se presentan los datos arrojados por la prueba estadística:

Tabla N° 3: “test de ajuste de la muestra a la población”

ESTADÍSTICOS	VALOR DEL PARÁMETRO
Media	0,08648%
Desviación estándar	1,81%
Tamaño de la muestra	1720
Nivel de Confianza	95%
Valor Crítico	0,087%
Límite inferior (Lower)	0,00%
Límite superior (Upper)	0,17%

Fuente: elaboración propia

Existe una probabilidad del 95% de que la media poblacional de los rendimientos del activo se encuentre contenidos en el vector (0,00%; 0,17%). La media muestral se encuentra dentro del

intervalo de confianza, por lo que se infiere que los rendimientos promedios del Boden 2015 son de 0,08648%.

9. RENDIMIENTO MINIMO EXIGIDO

Una vez definida la rentabilidad esperada, es momento de determinar si dicho rendimiento permite alcanzar el retorno mínimo exigido, medido en términos de costo de oportunidad. Con el objetivo de determinar la tasa de costo de capital, se consideró un bono del estado nacional con similares condiciones de riesgo y rentabilidad. Analizando los títulos públicos, se observa que el Bonar X (AA17) es un bono emitido en similares condiciones que el Boden 2015. De acuerdo al prospecto de emisión, el Bonar 2017 también posee una rentabilidad del 7% anual en dólares, con una capitalización de intereses semestral y es emitido por el mismo estado. A tal efecto, se determina que la tasa de rentabilidad o tasa de costo de oportunidad a la cual habría que descontar los flujos de caja periódicos es del 3,50% semestral. De esta manera se determina el precio del Boden 2015. La tasa de costo de oportunidad es del 7% anual en dólares, el cual es coincidente al rendimiento del Boden 2015 dado que el estado busca endeudarse en iguales condiciones, a diferentes plazos pero evitando las decisiones de arbitraje.

Tabla N°4: “flujo de caja del Boden 2015 y determinación de la TIR”

Valor Nominal		TNA		Tasa del Cupón		Rendimiento Exigido	
\$ 1.000,00		7,00%		3,50%		3,50%	
DOLARES							
Periodo	Servicio	Amortización	Interés	Saldo deuda	Flujos de Fondos	Cotización US\$ / \$	Flujo de Fondos \$
0	\$ 0,00	\$ 0,00		-\$ 1.000,00	-\$ 1.000,00	\$ 2,94	-\$ 2.940,00
1	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,05	\$ 106,75
2	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,07	\$ 107,45
3	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,06	\$ 107,10
4	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,15	\$ 110,25
5	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,13	\$ 109,55
6	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,11	\$ 108,85
7	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,70	\$ 129,50
8	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,79	\$ 132,65
9	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,84	\$ 134,40
10	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 3,94	\$ 137,90
11	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 4,04	\$ 141,40
12	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 4,20	\$ 147,00
13	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 4,35	\$ 152,25
14	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 4,64	\$ 162,40
15	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 5,06	\$ 177,10
16	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 5,73	\$ 200,55
17	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 8,06	\$ 282,10
18	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 8,49	\$ 297,15
19	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 35,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 9,50	\$ 332,50
20	\$ 1.035,00	\$ 1.000,00	\$ 35,00	\$ 0,00	\$ 1.035,00	\$ 11,45	\$ 11.850,75
				TIR en US\$	3,50%	TIR en \$	9,91%

Fuente: elaboración propia

Es interesante pensar en el rendimiento del activo en términos de moneda doméstica. En ese sentido, por medio de la conversión del flujo a moneda nacional puede determinarse el rendimiento real en pesos (considerando el efecto devaluatorio). Para el pago inicial se considera la cotización tipo vendedor ya que se supone que el inversor debió conseguir esos dólares en el mercado de dinero. Por su parte, para la conversión de los flujos de cobro, se consideró el valor de la divisa a tipo de cambio comprador, bajo el supuesto de que el inversor liquidó los pagos periódicos también en el mercado de dinero. Luego, para el cálculo del dólar hacia la fecha de madurez se utilizó como cotización de referencia el dólar futuro (instrumento derivado) que se comercializa en el Mercado de Rosario. Así, se determina la TIR en pesos la cual es igual a 9,91% frente a una TIR en dólares del 3,50%. Finalmente, como era de esperarse, el precio de equilibrio del bono es igual a la paridad (coincidente con la oferta pública inicial).

Luego de haber calculado el rendimiento esperado y el rendimiento exigido en dólares y en pesos argentinos, se analiza si el activo constituye una oportunidad de inversión o una pérdida de valor para el inversor frente a otras oportunidades en el mercado de capitales (para un mismo nivel de riesgo y rentabilidad). A continuación se expone el rendimiento exigido intradiario:

<i>Rendimiento mínimo exigido (costo de oportunidad)</i>	7,00 %
<i>Rendimiento mínimo exigido (intradivario: tasa equivalente)</i>	0,01880%

Considerando que el rendimiento esperado del activo es del 0,08648% (intradivario) y que el rendimiento exigido es del 0,01880%, se concluye que el Boden 2015 constituye una oportunidad de inversión hacia su madurez. Si se descuenta el flujo de fondos “residual” a la tasa esperada de rendimiento, el precio al cual habría que comprar el bono sería de \$843,02.

10. ANALISIS ESTOCÁSTICO COMO MODELO DE ANALISIS

El primer paso para la aplicación de la simulación estocástica consiste en la determinación de las variables dependientes e independientes que se utilizarán en el modelo. Así, se determina como variables independientes los pagos de amortizaciones e intereses y la tasa cupón. Por otra parte, el precio y la rentabilidad esperada constituyen las variables dependientes del modelo. El rendimiento esperado depende de la proyección de los retornos intradiarios, mientras que el precio del activo se

define en función de éste último. A partir de una muestra de 1720 cotizaciones de precios se determina el rendimiento intradiario. Para ello se recurre a la fórmula del interés simple:

$$i = \frac{(C_{n+1} - C_n)}{C_n}$$

Donde:

- i representa la tasa de interés de un capital en el tiempo
- C_{n+1} representa el valor de un capital al momento $n+1$
- C_n representa el valor de un capital al momento n

Consecuentemente, si se redefine el valor del capital al momento 0 como el precio de cierre de cotización del activo el día n y el valor del capital al momento 1 como el precio de cierre de cotización del activo el día $n+1$, se define la rentabilidad intradiaria aritmética ante cambios en el precio como sigue:

$$Ri = \frac{P_{n+1} - P_n}{P_n}$$

Donde:

- Ri representa el retorno intradiario ante cambios en la cotización
- P_{n+1} representa el precio del activo en el momento $n+1$
- P_n representa el precio del activo en el momento n

Sin perjuicio de lo anterior, es interesante tener en cuenta que otra manera de calcular la rentabilidad intradiaria es por medio de la aplicación de logaritmos naturales. Esta fórmula presenta

la ventaja de que la suma de las rentabilidades logarítmicas obtenidas de una serie temporal de cotizaciones es igual que la rentabilidad del cociente de las cotizaciones del valor al principio y al final del periodo temporal y se calcula como sigue¹⁸:

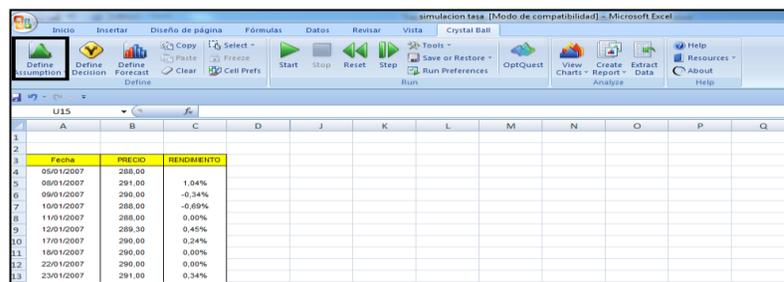
$$Ri = \ln \frac{P_{n+1}}{P_n}$$

Donde:

- Ri representa el retorno intradiario ante cambios en la cotización
- P_{n+1} representa el precio del activo en el momento n+1
- P_n representa el precio del activo en el momento n

Una vez calculados todos los rendimientos históricos en la muestra, se realiza el test de bondad de ajuste por medio del software “Oracle Crystal Ball Fusion Edition, Versión 11.1.1.1.00”. Se seleccionan los rendimientos históricos del activo. Posteriormente, se selecciona la funcionalidad “Define Assumption”.

Imagen N°1: “interfaz crystal ball - Definición de la distribución de probabilidad”



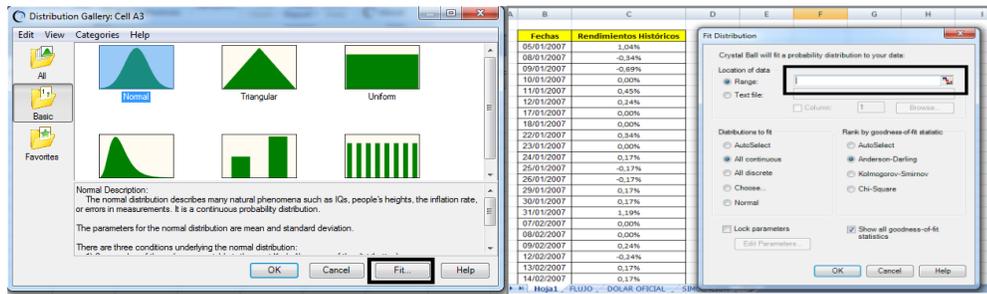
Fecha	PRECIO	RENDIMIENTO
06/01/2007	288,00	
09/01/2007	291,00	1,04%
09/01/2007	290,00	-0,34%
10/01/2007	288,00	-0,69%
11/01/2007	288,00	0,00%
12/01/2007	289,30	0,45%
17/01/2007	290,00	0,24%
18/01/2007	290,00	0,00%
22/01/2007	290,00	0,00%
23/01/2007	291,00	0,34%

Fuente: elaboración propia

¹⁸ ELBAUM M. (2004). “Administración de Carteras de Inversión”, Buenos Aires: Macchi.

Seguidamente, se selecciona la opción de ajuste “fit” y en el recuadro “range” se ingresa la el vector de rendimientos muestrales, en este caso los 1720 retornos intradiarios.

Imagen N°2: “interfaz crystal ball - Ingreso variables independientes como datos de entrada”



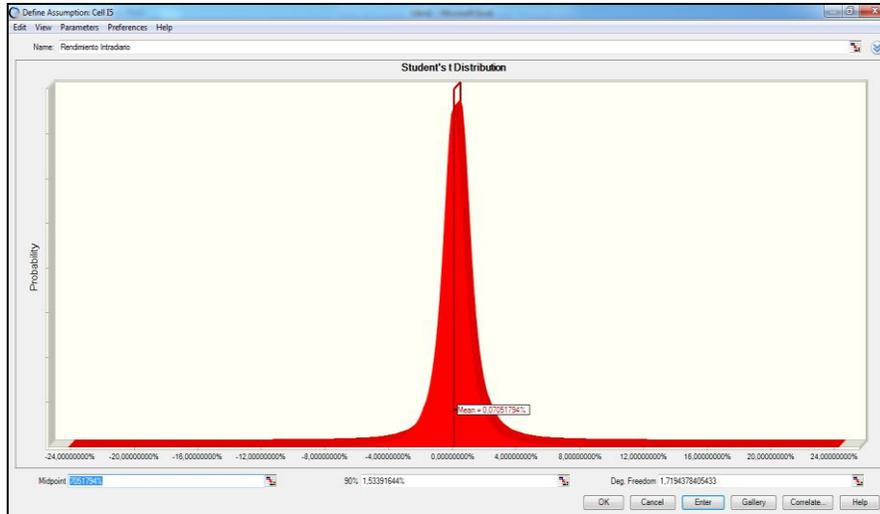
Fuente: elaboración propia

Con el objeto de determinar el mejor ajuste, Oracle Crystal Ball realiza automáticamente los siguientes test:

- Anderson – Darling
- Kolmogorov – Smirnov
- chi cuadrado

Inmediatamente, el programa arroja la distribución ajustada. Concretamente, los rendimientos intradiarios del Boden 2015 asumen una distribución “t-student” con media 0,07051794%.

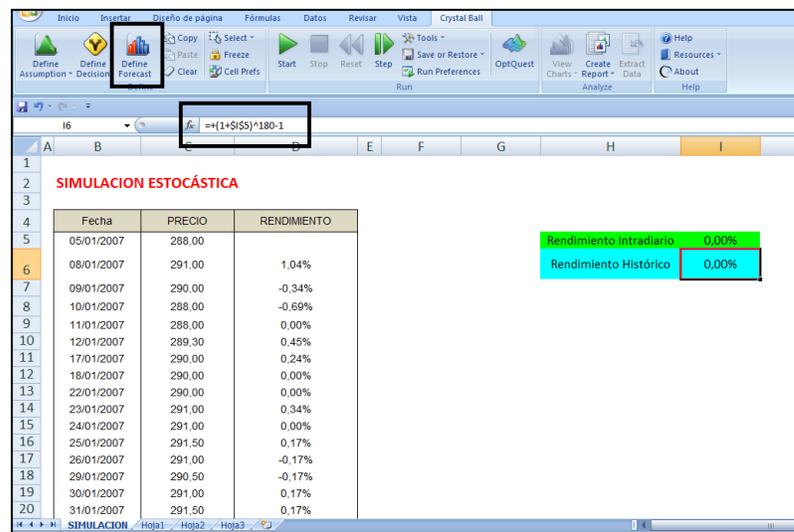
Gráfico N° 13: “distribución de probabilidad de los datos históricos muestrales”



Fuente: elaboración propia

Definida la distribución de probabilidad de los datos, corresponde asignar el pronóstico a la variable dependiente; en el caso del Boden 2015, la tasa de rentabilidad periódica.

Imagen N°3:” interfaz crystal ball - Asignación del pronóstico de simulación”

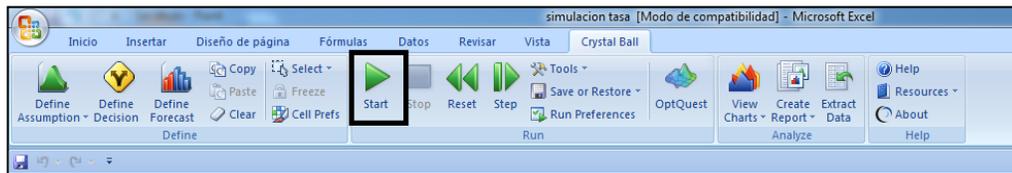


Fuente: elaboración propia

Luego, en el menú se selecciona la opción “run preferences”. El software solicita ingresar el número de iteraciones a aplicar en la simulación. En el presente caso se aplicó 100.000 de iteraciones.

Finalmente, se selecciona la funcionalidad “Start” para que comience a correr la simulación estocástica.

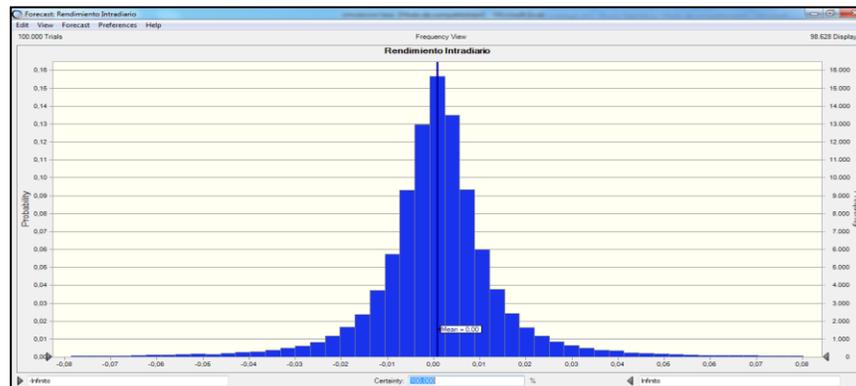
Imagen N°4: “interfaz crystal ball - Inicio de la simulación”



Fuente: elaboración propia

Automáticamente el programa arroja la tasa de rendimiento intradiario simulada. Luego de un 100.000 de iteraciones con valores aleatorios en la función de distribución de probabilidad “t-student” se determina que el valor más probable es 0,00%.

Gráfico N° 14: “rendimiento simulado del Boden 2015”



Fuente: elaboración propia

Considerando que el rendimiento esperado del activo es del 0,00% (intradivario), se verifica que la simulación no constituye un buen modelo de pronóstico para activo analizado, puesto que al descontar el flujo de fondos residual se estima un precio de compra igual a infinito.

11. CONCLUSIONES FINALES

En el desarrollo de la presente investigación se presentaron algunos conceptos de títulos públicos, modelos deterministas y modelos estocásticos. Finalmente, para concluir resta dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas en el capítulo I.

11.1. Situación de coyuntura financiera

El Merval se encuentra en un proceso de expansión o aceleración desde el año 2010. Luego del mínimo alcanzado en 2008 el mercado argentino mostró señales de recuperación inmediata. No obstante, el crecimiento no tardaría en estabilizarse. Los precios de cotización de los activos resultaban sobrevalorados por lo que la información pública y privada indicarían la necesidad de equilibrio (eficiencia fuerte). Posteriormente, se produjo la fase de transferencia desde la economía real a partir de 2012, caracterizada por el traslado de los efectos inflacionarios hacia los precios de los activos financieros.

Concretamente, los últimos dos años el mercado argentino ha comercializado principalmente activos de renta fija (títulos públicos) y dentro de estos resultó que el título Boden 2015 fue el de mayor comercialización. Este título surge de la refinanciación del estado nacional en 2005 tras el megacanje de deuda producido entre los años 1999 y 2002.

11.2. Pronóstico a través del modelo determinístico

A partir del análisis histórico de una muestra de 1720 cotizaciones de precios existe una esperanza matemática de que el activo asuma un retorno intradiario promedio de 0,08648%, con una desviación estándar de 1,81%. A continuación se presentan los resultados:

Tabla N°5: “probabilidades de rendimiento intradiario”

$\mu + 1 \sigma$		$\mu + 2 \sigma$		$\mu + 3 \sigma$	
Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
1,90%	-1,72%	3,71%	-3,53%	5,52%	-5,34%

Fuente: elaboración propia

- Con un 68% de probabilidad se espera que el rendimiento del Boden 2015 encuentre en el intervalo (1,90%; -1,72%).
- Con un 95% de probabilidad se espera que el rendimiento del Boden 2015 encuentre en el intervalo (3,71%; -3,53%).
- Con un 99% de probabilidad se espera que el rendimiento del Boden 2015 encuentre en el intervalo (5,52%; -5,34%).

11.3. Pronóstico a través del modelo estocástico

A partir de una muestra de 1720 cotizaciones de precios del activo, se determina mediante una prueba de bondad de ajuste la mejor distribución de probabilidad que contenga los datos históricos. De esta manera, se concluye que la función densidad “t-student” con media 0,07051794% constituye la mejor estimación para la muestra.

Luego de aplicar la simulación estocástica, se estima que el rendimiento intradiario es igual al 0,00%. Esto significa que, asignando miles de números aleatorios a la función de distribución, el rendimiento esperado compensa las subas y bajas de precio. Concretamente, al estimar el precio al cual debería comprarse el bono el cálculo indicaría un valor igual a infinito, como consecuencia de la aplicación de la fórmula de descuento. Consiguientemente, la simulación estocástica no constituye un modelo de pronóstico adecuado para el Boden 2015.

11.4. Síntesis final

El modelo determinista constituye el mejor método de análisis para la determinación de las decisiones de inversión o desinversión hacia la madurez del activo. De esta manera, se espera un rendimiento intradiario equivalente al 0,08648% con una desviación típica del 1,81%. Finalmente, considerando que el precio óptimo es \$843,02 y que el último precio de cotización, en la serie considerada, es de \$969,30, se concluye que el activo se encuentra sobrevalorado en un 15%.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, G., SHARPE, W. y BAILEY, J. (2003). "Fundamentos de inversiones: Teoría y práctica", México: Pearson Education.
2. ELBAUM M. (2004). "Administración de Carteras de Inversión", Buenos Aires: Macchi.
3. GONZALEZ, M. (2012) "Análisis financiero en condiciones de riesgo, Morón, Buenos Aires, disponible en:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:u6l64jnNLMQJ:www.uca.edu.ar>
4. HERNANDEZ SAMPIERI R., Fernández Collado C. y Baptista L. (1998). "Metodología de la investigación", México: Mc - Graw Hill.
5. HERRERA LANA E. (2011). "Riesgos en Proyectos de Inversión: Simulación, Pronósticos y Optimización", Quito: Cydhem.
6. MURPHY J. (2000). "Análisis técnico de los mercados financieros", Barcelona: Gestión 2000.
7. VAN HORNE J. "Administración Financiera" (1997), México: Pearson Education.
8. ZALBIDEGOITIA B. y ABASOLO A. (2011). "Simulación estocástica en la determinación del valor en riesgo de los activos financiero", disponible en:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:u6l64jnNLMQJ:www.uca.edu.ar/uca+common/grupo7/files/Simulaci-n_para_la_Valuaci-n_PROAPI.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ar , [diciembre,2014].

Fuentes Electrónicas:

1. <http://ar.finance.yahoo.com> [agosto de 2014]
2. <http://www.bcba.sba.com.ar> [agosto de 2014]
3. <http://www.iamc.sba.com.ar> [agosto de 2014]
4. <http://www.merval.sba.com.ar> [agosto de 2014]
5. <http://www.puentenet.com> [agosto de 2014]

