

Solvencia II y el backtesting de los modelos internos

PABLO DURÁN SANTOMIL

Facultad de Administración y Dirección de Empresas.
Universidad de Santiago de Compostela

LUÍS A. OTERO GONZÁLEZ

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
Universidad de Santiago de Compostela



SOLVENCIA II: UN LARGO Y AMBICIOSO CAMINO

Solvencia II entrará en vigor el 1 de enero de 2016 después de múltiples retrasos en su fecha de aplicación, lo que pone de relieve lo ambicioso del nuevo marco regulador. La Directiva 2009/138/CE establecía el 31 de octubre de 2012 como fecha de transposición y el 1 de noviembre de 2012 como fecha de aplicación de Solvencia II, por lo que esa sería la fecha de derogación de las Directivas de seguros y de reaseguros en vigor (Solvencia I). Los sucesivos retrasos en la aplicación de Solvencia II se debieron principalmente al debate generado en torno a la Directiva Ómnibus II y a los productos con garantías a largo plazo. La Directiva Ómnibus II, que modificaba ciertos aspectos de la Directiva

de Solvencia II, supuso la creación de una Autoridad Europea de Supervisión (EIOPA o Autoridad Europea de Seguros y Pensiones de Jubilación). Las divergencias en el sector sobre el tratamiento de determinados riesgos, especialmente los productos con garantías a largo plazo, fueron abordados por EIOPA en el denominado estudio LTGA. Finalmente, la Directiva 2013/58/UE de 11 de diciembre de 2013 fijó de forma definitiva la fecha de aplicación de la Directiva de Solvencia II el 1 de enero de 2016. El nuevo marco regulador de Solvencia II está compuesto por diferentes niveles de normas:

Nivel 1	Directiva 2009/138
Nivel 2	Medidas de implementación o ejecución
Nivel 2.5	Estándares técnicos
Nivel 3	Directrices de EIOPA
Nivel 4	Aplicación rigurosa de la legislación comunitaria

Cuadro.- Diferentes niveles de normas en Solvencia II

- La Directiva de Solvencia II establece los principios generales del nuevo marco, lo que se conoce como norma de Nivel 1 o escalón normativo de mayor rango.
- El Nivel 2 está formado por las medidas de implementación o de ejecución aprobadas por la Comisión, basándose en las propuestas presentadas por EIOPA y que completan o modifican determinados elementos no esenciales de la Directiva. La Directiva de Solvencia II indicaba que la Comisión Europea tenía competencias para adoptar medidas de ejecución de temas especificados. La Directiva Ómnibus II modificaba la forma jurídica, dado que el Nivel 2 tendría para seguir la estructura normativa requerida por el Tratado de Lisboa de la UE. De esta forma

legalmente, el denominado Nivel 2 toma la forma de reglamento delegado (Nivel 2 propiamente dicho), y normas técnicas de regulación o RTS (*Regulatory Technical Standards*) y normas técnicas de ejecución o ITS (*Implementing Technical Standards*) (Nivel 2,5). En este sentido el Reglamento Delegado (UE) 2015/35 de la Comisión, de 10 de octubre de 2014, viene a completar la Directiva de Solvencia II. El denominado Nivel 2,5 está formado por los Estándares Técnicos (*Technical Standards –TS*) elaborados y propuestos por EIOPA, que jurídicamente serán disposiciones legislativas de la Comisión Europea sobre la base del asesoramiento recibido, en donde se establecen los denominados RTS e ITS.

Estos estándares son puramente técnicos y no implican decisiones estratégicas o políticas. En el caso de los modelos internos a finales de 2014, y como parte del denominado primer conjunto de ITS, EIOPA hizo público el denominado “*Draft ITS on the approval of an internal model*”. En marzo de 2015 la Comisión Europea adoptó el primer conjunto de Reglamentos de ejecución de Solvencia II, así el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/460 de la Comisión de 19 de marzo de 2015 establece las normas técnicas de ejecución en relación con el procedimiento relativo a la aprobación de un modelo interno.

- En el Nivel 3, se recoge las directrices que elabora y aprueba EIOPA para los supervisores nacionales y las empresas. No son jurídicamente vinculantes, pero en caso de no cumplirse se tendrá que explicar motivadamente las razones. En este sentido destacan las “Directrices sobre la solicitud previa de modelos internos” elaborado por EIOPA a finales de 2013 para la denominada fase preparatoria de Solvencia II y la “Directriz sobre el uso de modelos internos” hecha pública en febrero de 2015. Estas directrices tienen por objeto promover una progresiva adaptación al nuevo marco.
- Finalmente el cuarto y último nivel versa sobre la aplicación rigurosa de la legislación comunitaria, aspecto que será supervisado por la Comisión.

MODELOS INTERNOS: LA VALIDACIÓN DE LOS MISMOS

En Solvencia II el cálculo de las necesidades de capital podrá realizarse a través de una fórmula estándar o, alternativamente, mediante modelos internos completos o parciales aprobados por el organismo regulador. A fin de ofrecer un nivel de protección equivalente la cuantía obtenida en ambos casos deberá corresponderse con el capital económico que

han de poseer las compañías aseguradoras para limitar la probabilidad de ruina al 0,5% a un horizonte de un año (1 ruina cada 200 años). O dicho en términos financieros, una cantidad equivalente al valor en riesgo (VaR) con un nivel de confianza del 99,5 %.

Las normas de distinto nivel establecen los requisitos que deben cumplir los modelos internos para el cálculo de los requerimientos de capital. Deseamos centrarnos en los aspectos que se refieren a la validación de los modelos, obviando otros aspectos relevantes como: el test de uso o integración en la actividad y toma de decisiones de la compañía, la documentación, etc.

El Artículo 124 de la Directiva de Solvencia II, *Normas de validación*, establece que las empresas “deberán prever un ciclo periódico de validación de su modelo, dirigido a comprobar el funcionamiento del modelo interno, verificar que sus especificaciones sigan siendo adecuadas y comparar sus resultados con los obtenidos en la realidad”. Este proceso de validación “comprenderá un proceso estadístico eficaz para la validación del modelo interno, que permita ... demostrar a las autoridades de supervisión que los requisitos de capital resultantes son adecuados”. Este proceso estadístico es lo que se conoce en la literatura financiera-actuarial como *backtesting*[1].

Sin embargo, las distintas normas de Solvencia II no han decidido establecer un procedimiento concreto y detallado para efectuar el mismo, ya que tal y como afirma el Reglamento Delegado (UE) 2015/35 “dado que los modelos internos se deben adaptar cada empresa los modelos pueden variar significativamente por lo que atañe a entre otros los procesos de validación. Por lo tanto, las normas de validación deben basarse en principios e incluir solamente requisitos mínimos específicos”. Es decir, las normas desean dejar cierta libertad a las empresas a la hora de establecer el proceso, si bien se impone fuertes condiciones a tal proceso: independencia, documentación, etc.

Así, por ejemplo en el Artículo 2.m del Reglamento de Ejecución (UE) 2015/460 de la Comisión se establece que, entre las pruebas documentales que deben presentarse junto con la solicitud de uso

de un modelo interno, la empresa debe entregar una “descripción del proceso de validación independiente^[2] del modelo interno y un informe de los resultados de la última validación”.



Si bien el backtesting es una de las principales herramientas para la validación de un modelo interno, no es la única sino que debe ser complementaria con otras técnicas tales como las pruebas de estrés y pruebas de estrés inversas (*reverse stress testing*), análisis de escenarios, etc. Además, en las normas se establece que el *backtesting* de los modelos internos debe ser efectuado al menos una vez al año. Así, en el artículo 242 del Reglamento Delegado (UE) 2015/35 en donde se establece las denominadas *Herramientas de validación*, se afirma que las compañías “pondrán a prueba los resultados y las hipótesis fundamentales del modelo interno al menos anualmente cotejándolos con la experiencia anterior”. La Directriz 40 sobre el uso de modelos internos, *Aplicación de las herramientas de validación*, establece que las compañías deberían considerar “el uso de herramientas de validación cuantitativas o cualitativas aparte de las mencionadas

en el artículo 242 de las Medidas de ejecución” de forma que debieran “elegir el conjunto adecuado de herramientas de validación con el fin de garantizar un proceso de validación eficaz”.

En el siguiente apartado se describe un elemento fundamental a la hora de validar un modelo que es el *backtesting*. Cuando una empresa emplee un modelo interno este se debe evaluar empleando el *backtesting*, que bajo Solvencia II puede ser definido como una herramienta para el proceso de validación en términos cuantitativos de un modelo interno para analizar si es adecuado, y que compara las estimaciones de riesgo resultantes con la experiencia histórica. Dicha técnica debe ser complementaria a otras, a fin de verificar la correcta adecuación del modelo interno para determinar las cargas de capital bajo el nuevo marco.

EL BACKTESTING DE UN MODELO INTERNO

El *backtesting* es un procedimiento estadístico utilizado para validar un modelo mediante la comparación de los resultados reales (distribución empírica de pérdidas y ganancias) y las medidas de riesgo generadas por los modelos. Los modelos internos calculan las cargas de capital para los distintos riesgos, a semejanza del modelo estándar empleando el enfoque VaR (*Value at Risk*). Formalmente, el VaR es el nivel de pérdidas tal que exista una probabilidad de que las pérdidas sean iguales o mayores que:

$$VaR_p(Y) = Prob(Y \geq Y^*) = p$$

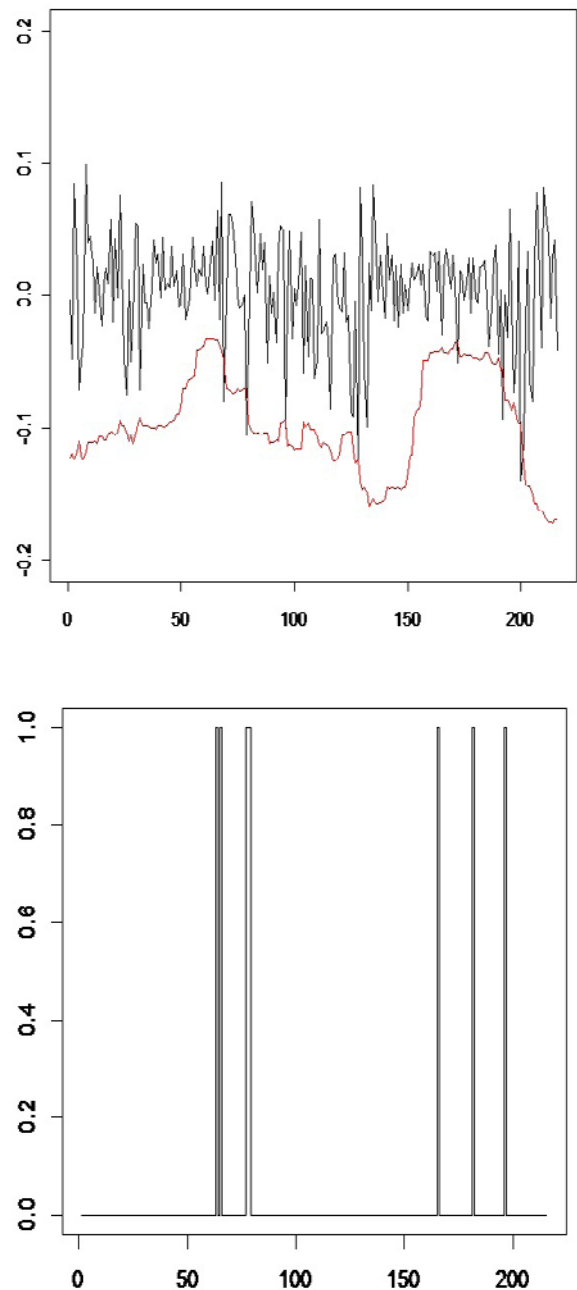
El procedimiento de *backtesting* consiste en analizar los fallos que tiene el modelo en relación al nivel de fallos que debería tener. Por tanto, un elemento básico del *backtesting* es el número de veces que las pérdidas reales superan el VaR en un período determinado. En este sentido, para realizar el *backtesting* debe construirse una secuencia que toma el valor de “1” si la pérdida excede el VaR y “0” en caso contrario[3]:

$$I_{t+1}(\alpha) = \begin{cases} 1 & \text{si } x_{t+1} > VaR_t \\ 0 & \text{si } x_{t+1} \leq VaR_t \end{cases}$$

Donde x_t es la pérdida estimada para el momento usando la información disponible en t , x_{t+1} es la pérdida observada en $t+1$ e $I_{t+1}(\alpha)$ es el indicador del evento de una excepción, excedido, fallo o fallido en $t+1$. De esta forma el resultado de aplicar la función de fallos a una determinada serie será un vector formado por una serie de “1” y “0” que indicará si las pérdidas obtenidas han superado o no el VaR. A modo de ejemplo en el gráfico inferior izquierda se muestra una estimación de las pérdidas estimadas de un modelo interno (línea roja) y la distribución de pérdidas y ganancias real (línea negra), de forma que cuando las pérdidas reales

superen a las estimadas se computa un excedido, por lo que en el gráfico de la derecha se obtiene el valor de “1” (“0” en caso contrario). Existen múltiples test diferentes de *backtesting*, y que pueden ser agrupados en grandes familias, que pueden ser implementados para la validación del modelo y que analizaremos en el apartado siguiente.

Gráfico.- Estimación VaR y función de fallidos



Fuente: elaboración propia

FAMILIAS DE TEST DE *BACKTESTING*

No existe un test exclusivo que sirva para medir la validez de un modelo VaR, dado que en el backtesting de los modelos pueden medirse distintas propiedades deseadas. Por ello podemos agrupar los distintos test propuestos en las siguientes familias de test:

- **Test de cobertura incondicional**

Estos test se centran exclusivamente en comprobar si el VaR estimado es superado en un porcentaje superior al nivel de confianza con el que fue estimado, en Solvencia II el 99,5%. La probabilidad de que se produzca una pérdida que exceda el VaR tiene que ser entonces del 0,5%. Si las pérdidas ocurren en un porcentaje superior, asumiendo que disponemos de una muestra suficientemente grande, el VaR calculado subestima el riesgo de la cartera. En caso contrario, es decir, cuando el número de fallos es muy pequeño, el modelo podría estar sobreestimando el riesgo.

- **Test de independencia**

En los test incondicionales sólo se tiene en cuenta el número de excepciones, pero no la forma en la que éstos se distribuyen a lo largo del tiempo. Los fallidos debieran ocurrir de forma independiente unos de otros, pero los malos modelos tienden a producir secuencias de excedidos consecutivos. El análisis de la independencia puede realizarse a través de la aplicación de diversos test que se centran en comprobar si existe algún tipo de relación entre los fallidos.

- **Test conjuntos de cobertura incondicional e independencia**

Los test conjuntos examinan las propiedades de cobertura incondicional e independencia al mismo tiempo, permitiendo identificar modelos que son deficientes por no superar alguna de las dos propiedades. Si bien, estos test pueden parecer más apropiados, ya que evalúan simultáneamente ambas propiedades, tienen como limitación la menor capacidad para detectar medidas del VaR que sólo incumplen una de las dos propiedades.

- **Test basados en múltiples niveles VaR**

Los test anteriores analizan exclusivamente la adecuación del VaR para un determinado nivel de confianza. No obstante, una medida precisa del VaR debería ser válida para cualquier nivel de confianza. Este tipo de test suponen que si el cálculo del VaR es adecuado, un VaR al 99,5% debería ser excedido en un 0,5% de los casos, un VaR al 97,5% en un 2,5% y así sucesivamente. Además, los fallos que presenten en un determinado nivel también deberían ser independientes de los que presenten a otros niveles de confianza.

- **Test basados en la función de pérdidas**

En vez de centrarse únicamente en el número de excedidos, como los test anteriores, podríamos tener en cuenta la cuantía o magnitud de los mismos. En este sentido, si tenemos dos modelos con igual número de fallidos independientes, la intuición nos dice que debemos elegir aquel en que la magnitud de los excesos sea menor. Ya que si las pérdidas de un modelo son demasiado grandes, podría ser el resultado de estar utilizando un modelo erróneo. Existen varios test estadísticos en la literatura especializada que tienen en cuenta la magnitud de los excesos en la validación de un modelo.

- **Otras pruebas**

Además de los test anteriores basados en la contabilización del número de excepciones a un nivel de confianza o varios, su dependencia o estudio del tamaño de las mismas, pueden realizarse análisis complementarios, como por ejemplo el análisis de la relación entre el VaR estimado por el modelo y la distribución de pérdidas y ganancias reales, estudios para identificar las causas de las excepciones, etc. A continuación nos centraremos en el análisis de la relación entre los rendimientos y los VaR estimados, aspecto relacionado con la eficiencia de la medida VaR.

Una medida adecuada del riesgo tiene que ser no sólo lo suficientemente conservadora, es decir que proporcione una cobertura apropiada, sino que también debe estar estrechamente relacionada con la exposición al riesgo. En este sentido, sería aconsejable que las grandes cifras de VaR fueran acompañadas de grandes rendimientos negativos mientras que los pequeños cálculos VaR deben estar asociados con pequeños rendimientos negativos o rendimientos positivos. Diversos test de pueden ser empleados para verificar si dicha relación es o no intensa.

APLICACIÓN PRÁCTICA

En este apartado mostraremos una sencilla aplicación de uno de los principales test de *backtesting* empleados en la literatura especializada para validar un modelo, empleando para ello el caso del riesgo de renta variable. Para ello hemos analizado la evolución de los rendimientos logarítmicos mensuales del FTSE-100 durante un periodo temporal amplio (216 observaciones), mediante un modelo basado en la distribución normal. El *backtesting* efectuado en este ejemplo será efectuado dentro de la muestra o *in sample*, lo que permite calcular la estimación del riesgo efectuada por el modelo en cada momento temporal con las pérdidas históricas. Una vez calculado el VaR estimado por el modelo normal para el nivel de confianza $(1-p)$ establecido por Solvencia II del 99,5%, analizaremos el denominado test de cobertura incondicional de Kupiec (1995). Del análisis de la función de fallos del modelo obtendríamos cuatro excepciones ($x=4$) para un VaR del 99,5% y el periodo temporal analizado ($T=216$). La siguiente fórmula calcula el denominado estadístico POF:

$$POF = -2\ln\left(\frac{(1-p)^{T-x}p^x}{\left(1-\frac{x}{T}\right)^{T-x}\left(\frac{x}{T}\right)^x}\right) = -2\ln\left(\frac{(1-0,005)^{216-4}0,005^4}{\left(1-\frac{4}{216}\right)^{216-4}\left(\frac{4}{216}\right)^4}\right) = 4,675$$

Bajo la hipótesis nula, si el modelo es correcto *POF* se distribuye como una χ^2 con un grado de libertad, de modo que si el valor del estadístico supera el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y el modelo es considerado como inadecuado. Para un nivel de significación del 5% se rechaza la hipótesis nula ya que el valor del estadístico (4,675) supera el valor crítico (3,841), por lo que el modelo normal no se considera adecuado bajo este test. ■

CONCLUSIONES

Los modelos internos pueden ser empleados por las compañías aseguradoras para calcular los requerimientos de capital necesarios en Solvencia II. Para asegurar que los modelos empleados son apropiados, las normas establecen la obligatoriedad de un proceso de validación de los mismos. El *backtesting* es una herramienta cuantitativa que permite comprobar si las estimaciones resultantes del modelo están en línea o no de la experiencia histórica. Existen otras herramientas que deben completar dicho análisis, tales como el análisis de escenarios, las pruebas de estrés, las pruebas de estrés inversas, etc. El estudio de las diferentes técnicas de *backtesting* muestra que no existe un test exclusivo que sirva para medir directamente la validez de un modelo VaR. Ya que los test analizan distintas propiedades que deben cumplir los fallos de un modelo se han establecido grandes familias de los mismos que abordan aspectos complementarios de la serie de fallos de un modelo, a fin de asegurar que una compañía aseguradora emplea un modelo adecuado. Finalmente mostramos un ejemplo práctico de cómo el modelo normal no resulta adecuado para el cálculo de la carga de capital para el caso del riesgo de renta variable de la serie analizada, empleando para ello un test de cobertura incondicional.

REFERENCIAS

CEIOPS (2009): *CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Articles 120 to 126 Tests and Standards for Internal Model Approval*, CEIOPS-DOC-48/09.

DIRECTIVA 2009/138/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 25 de noviembre de 2009, sobre el seguro de vida, el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio (Solvencia II).

DIRECTIVA 2013/58/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2013 que modifica la Directiva 2009/138/CE (Solvencia II) por lo que se refiere a sus fechas de transposición y aplicación, así como a la fecha de derogación de determinadas Directivas (Solvencia I).

DIRECTIVA 2014/51/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de abril de 2014 por la que se modifican las Directivas 2003/71/CE y 2009/138/CE y los Reglamentos (CE) no 1060/2009, (UE) no 1094/2010 y (UE) no 1095/2010 en lo que respecta a los poderes de la Autoridad Europea de Supervisión (Autoridad Europea de Seguros y Pensiones de Jubilación) y de la Autoridad Europea de Supervisión (Autoridad Europea de Valores y Mercados).

Durán, P. y Otero, L.A. (2014): *Generación de escenarios económicos para la medición de riesgos de mercado en Solvencia II a través de modelos de series temporales*, Cuadernos de la Fundación Mapfre, No. 203, Madrid.

EIOPA (2013): *Directrices sobre la solicitud previa de modelos internos*, EIOPA-CP-/13/011.

EIOPA (2014): *Directriz sobre el uso de modelos internos*, EIOPA-BoS-14/180.

EIOPA (2014): *Draft ITS on the approval of an internal model*, disponible en https://eiopa.europa.eu/Publications/Technical%20Standards/IM_ITS_Clean_LegisWrite.docx [consultado 14/06/2015].

Kupiec, P. (1995): "Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Management Models", *Journal of Derivatives*, Vol. 3, pp. 73-84.

REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2015/460 DE LA COMISIÓN de 19 de marzo de 2015 por el que se establecen normas técnicas de ejecución en relación con el procedimiento relativo a la aprobación de un modelo interno de conformidad con la Directiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

REGLAMENTO DELEGADO (UE) 2015/35 DE LA COMISIÓN de 10 de octubre de 2014 por el que se completa la Directiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio (Solvencia II).

- [1] El nombre *backtesting* fue empleado por CEIOPS (2009) al hablar de distintas herramientas para realizar la validación, pero posteriormente no se ha usado en las normas comentadas.
- [2] La validación independiente hace referencia a que las personas o unidad organizativa que lleven a cabo el proceso de validación del modelo deben estar libres de la influencia de los responsables del desarrollo y funcionamiento del modelo interno.
- [3] La notación empleada supone, a modo de ejemplo, que un VaR del 25% se corresponde con una caída del mercado del -25%.