



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA

CALCULO DE PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO Y RELACIÓN CDS

Trabajo de grado: Tercer informe

Autor:

Juan Gabriel Carvajal Negrete

Enero 2025

Introducción

Dentro de la gerencia de modelos cuantitativos se extrae información de una aplicación llamada **Refinitiv**, para el correcto desarrollo de la práctica el estudiante debe interactuar con esta herramienta para la actualización y construcción de las bases de datos que son esenciales para las corridas de los modelos estadísticos.

¿Qué es Refinitiv Workspace?

Refinitiv es una plataforma integral diseñada para los profesionales de finanzas. Imagina tener todas las herramientas para analizar mercados, tomar decisiones informadas y colaborar en equipos, todo en un solo lugar. Es como un escritorio virtual solo que más especializado y mucho más poderoso.

Refinitiv proporciona acceso a una vasta cantidad de datos, herramientas de análisis poderosas y funcionalidades de colaboración, Refinitiv Workspace empodera a los usuarios para tomar decisiones más inteligentes y alcanzar sus objetivos de inversión.

Es de importancia conocer cómo era la relación de la tasa de los swaps de incumplimiento crediticio (CDS) y la probabilidad de incumplimiento (PD) es fundamental para la evaluación y gestión del riesgo crediticio. Los CDS son instrumentos financieros que actúan como seguros contra el incumplimiento de deuda, su tasa refleja el costo de ese seguro. La probabilidad mide el riesgo de que un prestatario no cumpla con sus obligaciones de deuda. Comprender cómo los cambios en la PD afectan la tasa de CDS es crucial por varias razones.

- Evaluación del riesgo crediticio
- Fijación de precios de CDS
- Estrategias de inversión y cobertura
- Regulación y supervisión financiera

Por esa razón investigaremos el cálculo de estos dos factores para conocer cómo Refinitiv está haciendo el cálculo de esta información y saber más a fondo cuál o cuáles son los modelos estadísticos implementados para ello.

Nuestro objetivo es comprender en profundidad la metodología empleada por Refinitiv para calcular estos factores claves, evaluando la precisión, robustez y capacidad predictiva de los modelos. A través de una documentación exhaustiva, análisis de datos históricos y estimación de modelos alternativos, buscamos identificar los modelos estadísticos especificados utilizados por Refinitiv, analizar la selección de variables explicativas, y evaluar el desempeño de estos modelos en comparación de otras alternativas. Los resultados de esta investigación nos permitirán evaluar la calidad de estos datos proporcionados por Refinitiv, y mejorar nuestros propios modelos de análisis financieros.

Relación entre Credit Default Swaps (CDS) y Probability of Default (PD)

La tasa CDS varía con el tiempo, dependiendo en particular de la probabilidad de incumplimiento de la empresa, la probabilidad de incumplimiento (PD) y la tasa de CDS están relacionadas por:

$$CDS = (1 - \text{Recovery Rate}) \times PD \quad (1)$$

Donde:

- **PD**: Probabilidad de incumplimiento.
- **(1-Recovery Rate)**: Pérdida esperada en caso de incumplimiento en porcentaje.
- **CDS**: Prima ajustada que debe pagarse por el CDS para cubrir el riesgo de crédito en porcentaje.

La ecuación (1) supone que la tasa libre de riesgo es cero. Por lo tanto, esta ecuación obtenemos que un cambio, de esta ecuación obtenemos que un cambio en la PD debería desencadenar un cambio simultáneo en la tasa del CDS.

$$\frac{\Delta CDS}{\Delta t} \cong (1 - \text{Recovery Rate}) \times \frac{\Delta PD}{\Delta t} \quad (2)$$

Donde:

- $\frac{\Delta CDS}{\Delta t}$: Representa la tasa de cambio de la tasa de CDS con respecto al tiempo.
- **(1 - Recovery Rate)**: Pérdida esperada en caso de incumplimiento.
- $\frac{\Delta PD}{\Delta t}$: Representa la tasa de cambio de la probabilidad de incumplimiento con respecto al tiempo.

En consonancia con la fórmula anterior, descubrimos que las tasas de CDS efectivamente cambian con la PD, pero con cierto retraso, lo que sugiere una oportunidad para la construcción de estrategias comerciales. El conjunto de modelos de crédito proporciona exactamente eso. En promedio, encontramos una respuesta significativa de los CDS a los cambios de la PD de seguimiento calculada por los modelos de riesgo crediticio StarMine: Entre los modelos de riesgo crediticio de StarMine el modelo de riesgo de riesgo crediticio estructural (SCR) es aquel en el que dicha característica es más destacada, porque sus variables de entrada son las que se mueven más rápidamente.

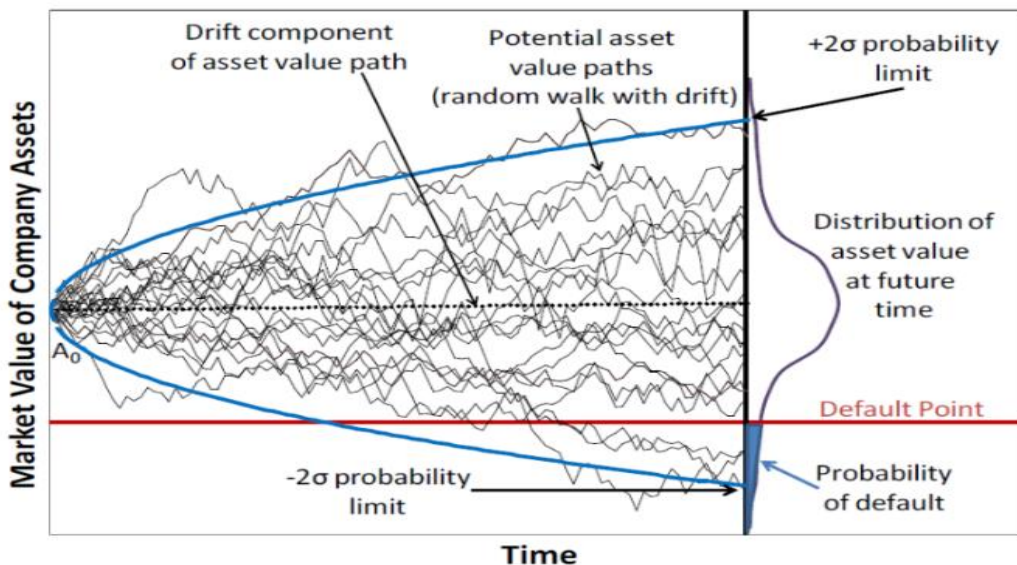
StarMine Structural Credit Risk Model SCR

El objetivo del modelo (SCR) es evaluar el riesgo crediticio de las empresas públicas. Es una versión mejorada del modelo de Merton, el modelo predice con precisión el 85% de los eventos de incumplimiento dentro de un horizonte de 12 meses.

Descripción general del modelo

StarMine SCR es una nuestra extensión patentada del marco de predicción de incumplimiento “estructural” introducido por Robert Merton (1974). El modelo de distancia de incumplimiento de Merton se basa en el marco de fijación de precios de opciones de Black-Scholes y modela el capital de una empresa como una opción de compra sobre sus activos. En este marco, la probabilidad de incumplimiento (PD) equivale a la probabilidad de que la opción expire sin valor. El modelo de Merton se puede utilizar para inferir la probabilidad de que una corporación se declare en quiebra o incumpla con sus deudas dentro de un horizonte temporal determinado. StarMine SCR utiliza un horizonte de pronóstico de un año.

Representación gráfica del marco de predicción de incumplimiento estructural de Merton



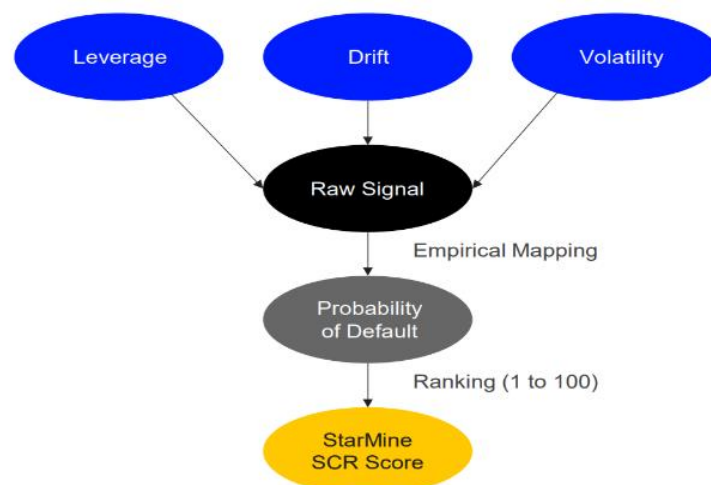
La probabilidad de incumplimiento es la probabilidad de que el valor de los activos caiga por debajo del punto de impago, donde el posible valor de los activos se distribuye normalmente, se esperaría que los precios de los activos caigan dentro de los límites de 2σ aproximadamente el 95% del tiempo.

El marco de Merton se puede dividir en tres componentes principales:

1. Un componente de apalancamiento que compara el valor de los activos de la empresa con sus pasivos.
2. Un componente de deriva de activos que representa el componente no aleatorio del cambio en el valor de los activos a lo largo del tiempo (Tendencia).
3. Un componente de volatilidad que representa la volatilidad del valor de mercado de los activos de la empresa.

El modelo StarMine SCR ha mejorado estas tres entradas basándose en el análisis cuantitativo de datos históricos. En concreto, StarMine ha mejorado el marco básico del modelo estructural al:

- Aprovechar la experiencia de StarMine en el modelo del alfa de capital mediante la incorporación de StarMine (Val-Mo) en la formulación de la tasa de deriva.
- Optimizar sistemáticamente las formulaciones para el punto de incumplimiento de la volatilidad, por ejemplo, empleando diferentes tratamientos de los pasivos del balance de los bancos y las compañías de seguros.
- Contabilizar las diferencias sistemáticas en las tasas de incumplimiento por región geográfica impulsadas por diferentes culturales reglas y legales.
- Crear una solución de forma cerrada para las ecuaciones del modelo, eliminado así los resultados erróneos inherentes a la resolución numérica de las ecuaciones no lineales simultáneas utilizadas en la mayoría de los marcos de modelo estructurales.
- Manejar de manera sólida los valores atípicos, los valores faltantes y las situaciones especiales.



Input	Effect on default probability
Leverage (assets/debt)	Higher leverage increases default %
Volatility of assets	Higher asset volatility increases default %
Drift rate of assets	Higher growth rate decreases default %

Los tres componentes mejorados se combinan de forma no lineal para crear una señal bruta y también se clasifican para crear puntuaciones de componentes de percentil 1 a 100, utilizando datos históricos globales de incumplimiento de LSEG Data & Analytics de la base de datos GovCorp dentro de LSEG DataScope, la señal bruta se asigna luego a una probabilidad de incumplimiento de un año. La probabilidad de incumplimiento también se asigna a una clasificación de letras utilizando una tabla de búsqueda simple y se clasifica para formar una puntuación de percentil 1 a 100, donde se otorga una puntuación de 1 a las empresas que tienen más probabilidades de incumplir y una puntuación de 100 a las empresas con menos probabilidades en el próximo año

Puntos de referencia del modelo de predicción predeterminado

Medimos el desempeño de StarMine SCR en su precisión para predecir eventos de incumplimiento y quiebra, y compararemos su precisión con la de un marco Merton básico y la puntuación Z de Altman ampliamente utilizada.

Altman Z-score

El Altman Z-score sigue siendo una medida popular del riesgo de impago. Altman utilizó el análisis discriminante para predecir la quiebra utilizando una muestra de 66 empresas manufacturera, 33 de las cuales se declararon en quiebra durante el periodo de 1946 a 1965 y 33 de las cuales sobrevivieron. Altman probó 22 ratios financieros que representan la liquidez, rentabilidad, apalancamiento, solvencia y actividad, y seleccionó las cinco ratios que mejor predecían la quiebra. El resultado es una combinación lineal de cinco factores que representan el rendimiento de los activos (ROA), la rotación de activos, el apalancamiento, la liquidez y la rentabilidad acumulada.

Se define como sigue:

$$Z = \left(3.3 \frac{\text{EBIT}}{\text{Total Activos}} \right) + \left(0.999 \frac{\text{Ingresos Netos}}{\text{Activos totales}} \right) + \left(0.6 \frac{\text{Capitalización de Mercado}}{\text{Pasivos Totales}} \right) + \left(1.2 \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Activos Totales}} \right) + \left(1.4 \frac{\text{Ganancias retenidas}}{\text{Activos totales}} \right)$$

La “Regla general ” que se utiliza con el Altman Z-score es que las puntuaciones superiores a 3 indican una alta estabilidad y salud financiera, las puntuaciones inferiores a 1.8 indican dificultades y cualquier valor intermedio justificada una investigación más profunda.

Modelo Básico de Merton

El modelo básico de Merton calcula la distancia al incumplimiento como sigue:

$$DD_{Merton} = \frac{\ln\left(\frac{A}{D}\right) + T\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)}{\sigma_A\sqrt{T}}$$

Donde:

- **A:** Es el valor del mercado de los activos de los activos de la compañía.
- **D:** Es el valor del mercado de la deuda de la compañía.
- **σ :** Volatilidad de las acciones.
- **μ :** Es la tasa libe de riesgo.
- **T:** El Horizonte del pronóstico.

Merton utiliza el valor contable de los pasivos totales de la empresa como valor de la deuda de la empresa (D) y calcula las distancias hasta el incumplimiento resolviendo numéricamente las siguientes dos ecuaciones no lineales para A y σ_A

$$E = AN(d_1) - e^{\mu t}DN(d_2)$$

$$\sigma_E = \frac{A}{E}N(d_1)\sigma_A$$

Donde:

- σ_E : Es la volatilidad del capital de la empresa.
- E: Es el valor del mercado del capital de la empresa.
- N: Es la función de distribución normal acumulada y:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A}{D}\right) + T\left(\mu + \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)}{\sigma_A\sqrt{T}}$$

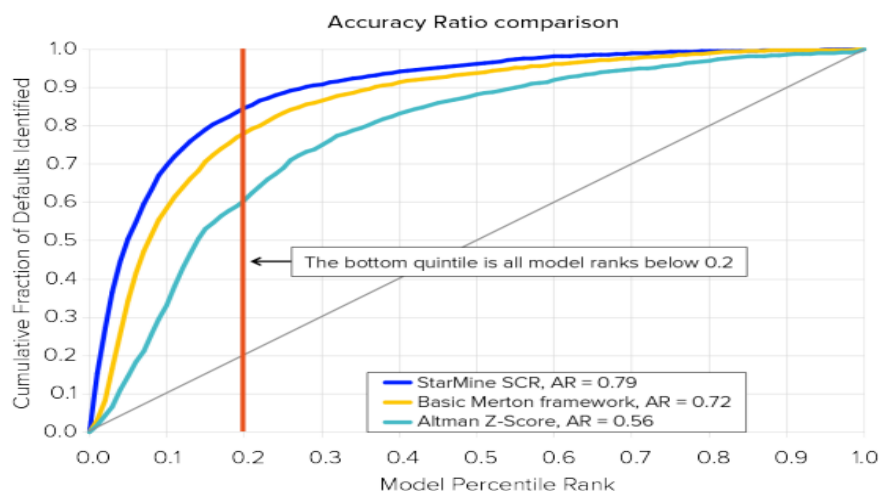
$$d_2 = d_1 - \sigma_A\sqrt{T}$$

Una vez calculada la distancia al incumplimiento, se puede asignar a una probabilidad real. Esto se hace generalmente utilizando datos observados sobre que probabilidad de incumplimiento se ha correspondido históricamente con una distancia al incumplimiento de la modelo dada.

Asignación de la probabilidad de incumplimiento de StarMine SCR a la clasificación implícita de la agencia

IF default probability % is greater than...	AND less than or equal to...	THEN implied rating is...
0	0.000949	AAA
0.000949	0.00221	AA+
0.00221	0.00436	AA
0.00436	0.00847	AA-
0.00847	0.015	A+
0.015	0.0251	A
0.0251	0.0379	A-
0.0379	0.0537	BBB+
0.0537	0.0729	BBB
0.0729	0.111	BBB-
0.111	0.187	BB+
0.187	0.306	BB
0.306	0.472	BB-
0.472	0.87	B+
0.87	1.56	B
1.56	2.5	B-
2.5	3.69	CCC+
3.69	5.06	CCC
5.06	7.08	CCC-
7.08	100	CC

Comparación de índice de precisión de StarMine SCR frente a un modelo estructural básico de Merton y Altman Z-score para todas acciones a nivel mundial durante los años entre enero de 1998 y diciembre de 2010. Tenga en cuenta que, debido a que utilizamos un horizonte de pronóstico de un año. StarMine SCR tiene un desempeño significativamente mejor que los otros factores mas utilizados, ya que captura el 85% de los eventos de incumplimiento en el quintil inferior de los puntajes del modelo.



Conclusiones

El modelo de StarMine presenta buenos resultados a la hora de predecir el incumplimiento de las empresas, dentro de LSEG este no es el único modelo utilizado para calcular este incumplimiento, entre ellos están.

- StarMine SRCR utiliza un análisis de ratios financieros para la evaluación del riesgo crediticio e incorpora tanto la información reportada como las estimaciones prospectivas a través de StarMine SmartRatios.
- StarMine TMCR extra el lenguaje de los datos textuales de múltiples fuentes (Reuters News, Transcripciones corporativas e informes de investigación de corredores seleccionados).
- El modelo de riesgo crediticio combinado (CCR) de StarMine es una herramienta poderosa para evaluar el riesgo crediticio combinado. Combina los tres modelos de riesgo crediticio TMCR, SRCR, SCR.