



UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS  
ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL

**COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE COLOCACIÓN DE  
BONOS VERDES Y SOCIALES RESPECTO A  
BONOS CONVENCIONALES**

Carolina Durán Quintana

Romina Morales Zamora

Profesor guía Luis Madariaga Becerra

Proyecto de Tesis presentado a la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad  
Finis Terrae, para optar al título de Ingeniería Comercial mención Finanzas.

Santiago, Chile

2020



UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS  
ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL

**COMPARACIÓN DE LAS TASAS DE COLOCACIÓN DE  
BONOS VERDES Y SOCIALES RESPECTO A  
BONOS CONVENCIONALES**

Carolina Durán Quintana  
Romina Morales Zamora

Proyecto de Tesis presentado a la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad  
Finis Terrae, para optar al título de Ingeniería Comercial mención Finanzas.

Profesor(es) Guía:

PROFESOR LUIS MADARIAGA BECERRA (GUÍA), NOTA 7,0  
PROFESORA XIMENA CLAROS BALBONTÍN (EVALUADOR), NOTA 6,5  
PROFESORA MARÍA JOSÉ QUINTEROS CARRILLO (EVALUADOR), NOTA 6,5

Santiago, Chile

2020

## ÍNDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
Datos.....	11
Metodología.....	13
Modelo.....	14
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
Robustez.....	24
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>32</b>

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Esta investigación tiene como propósito explicar las tasas de colocación de bonos corporativos, verdes, sociales y convencionales; con el objetivo de comprobar si existe una exigencia de rentabilidad diferenciada entre los tipos de bono dentro del mercado secundario chileno.

Se utiliza el Modelo de Panel de Efectos fijos, con el cual se analiza la muestra de Chile compuesta por 16 bonos corporativos, de los cuales 8 corresponden a bonos verdes y sociales, y 8 corresponden a bonos convencionales que poseen características similares, tanto propias como del emisor. Se utilizan las tasas de colocación en frecuencia diaria desde el 31 de octubre de 2019 al 10 de julio de 2020. Se construye una muestra análoga compuesta por instrumentos emitidos en Estados Unidos para realizar una comparación de resultados entre los mercados.

Los resultados muestran que la variable tipo de bono es significativa para la determinación de la tasa de colocación, por lo que existe una valoración diferenciada en el mercado chileno. Mientras que en Estados Unidos la variable tipo de bono no es significativa.

El usuario potencial de este estudio son los participantes del mercado de renta fija, sean emisores o inversionistas; principalmente aquellos interesados en proyectos corporativos con un enfoque sostenible y/o social.

Para futuros desarrollos, se recomienda evaluar la significancia de la diferencia entre los modelos que explican las tasas de colocación para bonos verdes y convencionales.

## 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de la investigación es explicar la tasa de colocación de bonos corporativos, verdes, sociales y convencionales; para luego analizar los resultados obtenidos y evaluar si existen diferencias entre las variables explicativas para cada tipo de bono. Esto permitirá obtener información sobre la valoración del mercado hacia los bonos verdes y comprobar si existe una exigencia de rentabilidad diferenciada.

Los bonos verdes se introducen al mercado en 2007 con la primera emisión del Banco Europeo de Inversiones (BEI), desde su creación, el mercado verde global ha aumentado rápidamente su tamaño, alcanzando el peak de tamaño en 2019, año en que presentó un crecimiento de 51% respecto al año anterior. Sin embargo, este mercado tiene un tamaño pequeño, correspondiente a un 2,42% del tamaño de mercado de bonos convencionales en 2018. Las principales monedas en las que se transan los bonos a nivel mundial son el dólar (USD) y el euro (EUR). A nivel nacional, se registra la primera emisión de bonos verdes en el año 2018, durante este año y el 2019 se han registrado colocaciones de bonos verdes y sociales en la Bolsa de Santiago por un total de 560,1 millones de dólares.

Los bonos verdes son instrumentos de renta fija que tienen por objetivo obtener capital para financiar proyectos con beneficios medioambientales o relacionados al cambio climático.

Adicionalmente, para efectos de la investigación, se consideran dentro de la categoría de bonos verdes a los bonos sociales, cuyos recursos son utilizados para el financiamiento de proyectos de impacto positivo en un determinado grupo de la población.

Un bono convencional es un instrumento de deuda emitido tanto por entidades privadas como públicas, con el objetivo de obtener financiamiento. Es una obligación financiera contraída por un emisor con un inversionista, mediante el cual se presta dinero a cambio de una tasa de interés acordada durante un determinado tiempo.

La literatura que investiga el comportamiento de los bonos verdes es limitada. Barua, S., & Chiesa, M., (2019) indican que debido a la baja calidad de información disponible este mercado aún se encuentra en maduración. En contraparte, Larcker, D. F., & Watts, E. M.

(2020) señala que si bien ha habido un crecimiento sustancial en los mercados de bonos verdes, estos representan una pequeña fracción de los mercados de deuda. En relación a esto, el estudio de Febi, W., Schäfer, D., Stephan, A., & Sun, C. (2018) indica que el mercado verde podría estar en pleno crecimiento, ya que cada vez más empresas se enfocan en construir una imagen verde a través de sus inversiones, lo que aumenta el valor de la firma (Tang, D. Y., & Zhang, Y., 2018).

Los estudios existentes respecto al tema se han desarrollado en economías con distintas características a las del mercado nacional, como Europa y Estados Unidos, por lo que, si bien los resultados son importantes para el tema, no son extrapolables a los instrumentos de renta fija emitidos en Chile. En base a lo anterior, la relevancia de este artículo es explicar la tasa de colocación o descuento de bonos corporativos emitidos en Chile y estudiar las variables que la explican, esto permitirá conocer cómo funciona la determinación de la tasa de colocación para bonos verdes y para bonos convencionales y evaluar si es diferenciada según el tipo de bono.

Esto se hace especialmente relevante al considerar que los determinantes de la tasa de colocación de bonos no han sido estudiados para el mercado de renta fija chileno, tampoco se han desarrollado investigaciones relativas a la valoración de bonos verdes en el país debido a la corta madurez del mercado, por lo que no se han contrastado las diferencias entre tipos de bonos ni se ha comprobado la existencia de esta.

Se han desarrollado investigaciones en el área que sostienen que al comparar bonos verdes con bonos convencionales emitidos por la misma empresa, una vez que se han controlado todas sus diferencias, ambos están sujetos al mismo riesgo financiero (Zerbib, O. D., 2019). Además, cuando ambos valores son emitidos el mismo día se pueden observar precios idénticos para ambas emisiones, esto permite a los inversionistas ver los valores como sustitutos casi exactos (Larcker et al., 2020) y por lo tanto, no existirían diferencias en la valoración de bonos verdes y convencionales.

A partir de la literatura previa, se plantean las siguientes interrogantes: ¿Los bonos verdes y convencionales son percibidos por los inversionistas como sustitutos cuando comparten

las mismas características? ¿Cuáles son las variables determinantes en la valoración de los bonos? ¿Existe una exigencia de rentabilidad diferenciada en el mercado de bonos verdes respecto al mercado convencional?

En consecuencia, la pregunta de investigación es ¿Existen diferencias entre las variables que explican las tasas de colocación de bonos verdes y bonos convencionales?

Nuestra hipótesis establece que es posible encontrar diferencias en la explicación de las tasas de colocación de bonos verdes respecto de los instrumentos convencionales dentro del mercado secundario, incluso cuando los bonos comparados poseen un emisor similar y la misma clasificación de riesgo.

Para que la hipótesis sea aceptada, nuestro objetivo general es encontrar diferencias en las variables que explican la tasa de colocación para ambos tipos de bonos. Para obtener los resultados esperados se emplea la metodología en tres partes, la primera incluye la muestra conjunta de bonos verdes y convencionales donde el objetivo es evaluar la significancia del tipo de bono para la explicación de la tasa de colocación; la segunda explica la tasa de colocación para bonos verdes y por último; la tercera explica la tasa de colocación para bonos convencionales. Para las dos muestras de bonos verdes y convencionales por separado, los objetivos son encontrar diferencias entre las variables explicativas, sus estimadores, significancia para el modelo y relación con la variable dependiente.

El modelo que se utiliza para explicar la tasa de colocación es el Modelo de Panel de Efectos Fijos, ya que permite incorporar en el análisis el componente de serie de tiempo perteneciente a la tasa y además características transversales para cada bono. El modelo asume que hay diferencias fijas entre los sujetos que recoge la muestra.

La metodología de tres partes es replicada en una muestra análoga compuesta por bonos corporativos de Estados Unidos con el objetivo de evaluar si existen diferencias en la valoración y si estas puedan ser atribuibles a características propias del mercado.

La base de datos utilizada selecciona ocho bonos verdes y ocho bonos convencionales corporativos emitidos en Chile, por empresas que transan sus instrumentos en la Bolsa de

Santiago y pertenecen a las industrias de energía, servicios básicos, financiera, tecnología y telecomunicaciones. Se extraen los datos de tasas de colocación de cada bono en frecuencia diaria para el periodo comprendido entre el 31 de octubre de 2019 y el 10 de julio de 2020, junto con características propias de cada bono y su emisor. Los datos son recuperados desde la plataforma Refinitiv Eikon de Thomson Reuters y Bloomberg. Para la muestra de Estados Unidos se seleccionan ocho bonos verdes y ocho bonos convencionales emitidos en ese país por empresas pertenecientes a las mismas industrias que la muestra de Chile y con clasificación de riesgo similares.

Los resultados de la investigación muestran que la variable tipo de bono es significativa para la determinación de la tasa de colocación y sí existen diferencias entre los modelos que explican cada tipo de bono, por lo que existe una valoración diferenciada en el mercado chileno.

Para el caso de Estados Unidos la variable tipo de bono no es significativa, aunque sí existen diferencias entre los modelos de cada tipo de bono.

Este artículo se enfoca en entregar nuevos conocimientos a los participantes del mercado de renta fija. Por un lado, las empresas pueden verse beneficiadas con una reducción en su costo de capital al optar por financiarse con bonos verdes por sobre otras opciones de deuda. Mientras que el aporte para los inversionistas es entregar información que permita mejorar la toma de decisiones de inversión entre tipos de bonos.

El artículo está organizado de la siguiente forma: En la segunda sección, se revisan los extractos destacados de la literatura existente sobre el tema de investigación. La tercera sección describe la metodología compuesta por los datos y el modelo utilizado. La cuarta sección se compone de los resultados obtenidos por la investigación y la robustez. La quinta sección se compone por la discusión de los resultados. Finalmente, las conclusiones de nuestros hallazgos se presentan en la sexta sección.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta sección, se revisa una serie de investigaciones que exponen la literatura existente sobre el mercado de renta fija, específicamente sobre bonos verdes y bonos convencionales.

Un estudio reciente hecho por Larcker et al. (2020), indica que el mercado verde aún tiene un tamaño menor respecto a otros mercados de deuda, esto se debe al bajo suministro de oferta de bonos verdes en el mercado (Tang et al., 2018).

Respecto a los rendimientos de los instrumentos Karpf, A. & Mandel, A. (2017), señalan que los bonos convencionales son en promedio más altos que los de los bonos verdes, este diferencial puede explicarse en gran medida por las propiedades de la respectiva entidad emisora y la de los bonos. De igual forma, en esta investigación se busca explicar la tasa de colocación considerando bonos verdes y bonos convencionales controlando por características similares propias del bono y del emisor.

El estudio de Karpf et al. (2017) indica que si los bonos verdes tuvieran los mismos coeficientes que los bonos convencionales o la muestra conjunta, su rendimiento medio esperado sería menor, es decir, los bonos verdes serían penalizados por el mercado en mayor medida que los convencionales.

Sin embargo, en el mercado secundario, Hachenberg, B. & Schiereck, D. (2018) no encuentran evidencia convincente de que los bonos verdes tengan un precio significativamente diferente en comparación con los bonos convencionales similares. Esto puede indicar que el mercado valora de manera similar a los bonos sin hacer diferencias por su naturaleza.

El estudio de Sempere G. (2018) sobre *“Determinantes de los diferenciales de rendimientos en Latinoamérica a través de modelos de datos de panel”* incorpora la metodología de Modelos de Panel donde busca encontrar una diferencia en el comportamiento de los estimadores aplicando Modelo Pooled, Modelo de Efectos Fijos y Modelo Dinámico. La literatura señala que se debe probar la significancia de los datos

según el modelo para elegir el que mejor explica la hipótesis, además se deben controlar problemas como heteroscedasticidad y correlación serial para conseguir una mejor explicación de las variables.

Otra investigación sobre “*Oportunidades de inversión y spreads de bonos corporativos*” de Lagos, B. (2017) utiliza Modelos de Panel donde controla por Efectos Fijos las variables bono, tiempo y clasificación de riesgo.

Respecto a los factores que benefician a las empresas emisoras de bonos verdes y a los inversionistas. Es importante destacar que, para los emisores, los bonos verdes corporativos contribuyen tanto al desempeño ambiental como financiero (Agliardi et al., 2019), ya que se ha demostrado que son más líquidos que los convencionales (Febi et al., 2018). Adicionalmente, los bonos verdes son una forma efectiva de lograr un menor costo de capital para organizaciones que financian proyectos verdes. (Gianfrate, G., & Peri, M. 2019). Cuando la empresa emite bonos verdes se genera un aumento en los precios de los valores de esa empresa y una mejora en la liquidez (Tang et al., 2018). Otra ventaja es que los bonos verdes parecen diversificar la base de inversionistas del emisor (Larcker et al., 2020).

En relación a los inversionistas, Zerbib (2019) plantea que los efectos no pecuniarios pueden tener incidencia en el precio del mercado de los bonos verdes, debido a que existen preferencias sociales y ambientales que motivan a los inversores a aumentar sus inversiones en activos de empresas que se comportan de manera más ética. Por lo tanto, los inversores esperan mayores rendimientos de las acciones de las empresas con preocupaciones ambientales (Chava, S., 2014).

Los inversores en acciones y los prestamistas privados tienen en cuenta las preocupaciones medioambientales de una empresa, lo que provoca que el costo de la deuda y el costo de capital sean mayores (Chava, 2014). Por esta razón, el mercado de bonos es una opción para que las empresas con alto desempeño ambiental se beneficien de un menor costo de capital (Zerbib, 2019).

Para lograr una mejora en el desempeño del mercado verde, este mercado debe expandirse. Para conseguirlo, se necesita que el financiamiento de las empresas crezca en el tiempo, lo que aumenta la emisión de bonos verdes y además conduce a una mayor cantidad de inversores a financiar proyectos responsables con el medio ambiente (Barua et al., 2019). Se sugiere que los bonos verdes son el mejor candidato para redirigir los recursos a inversiones limpias y sostenibles (Gianfrate et al., 2019).

El aumento en la conciencia verde de los inversionistas juega un papel importante en la ampliación del mercado verde (Agliardi et al., 2019). Además, se recomienda que una forma de influenciar las expectativas de las empresas y del mercado en general, es a través de la implementación de políticas públicas verdes (Monasterolo, I., & Raberto, M., 2018). Esto es factible en países desarrollados, ya que los mercados financieros parecen conducir a un ajuste de los bonos verdes a largo plazo (Flaherty, M., Gevorkyan, A., Radpour, S., & Semmler, W., 2017).

### **3. METODOLOGÍA**

Esta sección se compone en primer lugar de los datos recuperados que se utilizan para construir las muestras, en segundo lugar se indica cómo se emplea la metodología y finalmente se escoge el modelo más consistente y eficiente para la investigación.

#### **Datos**

La principal fuente de datos de la investigación es la plataforma Refinitiv Eikon de Thomson Reuters, que contiene información de las empresas emisoras y los instrumentos seleccionados; además se rescatan en menor cantidad datos de Bloomberg.

La muestra de Chile se compone por 16 bonos corporativos emitidos en el país, de los cuales 8 corresponden a bonos verdes y sociales, y 8 corresponden a bonos convencionales de similares características. De cada instrumento se utilizan las tasas de colocación y características propias tanto del bono como su emisor. Las empresas emisoras pertenecen a las industrias de energía, tecnología, construcción, telecomunicaciones, financiera, agroindustria, entre otros.

Se seleccionan 8 bonos verdes para la muestra debido a que se registra un total de 10 emisiones de bonos verdes en Chile hasta la fecha, de las que se excluyen las 2 emisiones más recientes, ya que esto limitaría la cantidad de datos diarios de tasas de colocación considerados en un 50%.

Se utilizan las tasas de colocación de cada bono en frecuencia diaria para el periodo comprendido entre el 31 de octubre de 2019 y 10 de julio de 2020. Además, se extrajeron ratios de endeudamiento y liquidez desde el balance general de cada empresa emisora para el año 2019.

Adicionalmente, se construye una muestra análoga con la misma cantidad de bonos verdes y bonos convencionales, de características de emisor y clasificación de riesgo similares a la muestra de Chile, pero compuesta con instrumentos emitidos en Estados Unidos.

Los datos extraídos de Refinitiv Eikon son detallados a continuación:

**Tasa de colocación:** identificada como “Bid Yield” en la plataforma.

**NEMO:** Identificación de la serie a la que pertenece el bono. En la muestra de Estados Unidos se considera el ISIN.

**Tipo de bono:** Indica si el bono es verde o convencional.

**Emisor:** Empresa que emite el bono.

**Fecha de emisión:** Fecha en la que se realiza la emisión del bono.

**Fecha de liquidación:** Fecha hasta la madurez del bono.

**Días hasta la madurez:** Días restantes de madurez del bono entre el día de observación de la tasa de colocación y la fecha de liquidación.

**Tasa de emisión:** El tipo de interés al que se emite el instrumento de renta fija.

**Tipo de moneda:** Moneda en que se emite el bono, es decir, si corresponde a CLP, UF o USD.

**Clasificación de riesgo:** Rating asignado al bono. La muestra de Chile considera la calificadora Feller-Rate Long-term (FLR), mientras que la muestra de Estados Unidos considera Standard & Poor's 500 (S&P 500).

**Ratio de endeudamiento:** Leverage, calculado como deuda/patrimonio de la empresa emisora.

**Liquidez:** Calculado como activo corriente/pasivo corriente de la empresa emisora.

La variable dependiente  $Y_{i,t}$  es la tasa de colocación del bono, que representa la rentabilidad del instrumento exigida por el inversionista para el bono  $i$  en el tiempo  $t$ . Está definida en puntos porcentuales que se agregan a las exigencias de rentabilidad por recomendación del mercado. A diferencia de las otras partes que componen un bono, esta variable es de gran importancia porque permite observar la valoración del instrumento por parte de agentes externos al emisor y su variación en el tiempo.

Las variables independientes consideradas en la explicación de la tasa de colocación son, por una parte las que caracterizan el bono, como tasa de emisión, tipo de moneda en la que se emite y clasificación de riesgo asignada. Además, se consideran características de la

empresa emisora como su ratio de endeudamiento y liquidez. Para efectos de análisis se agrega una variable dicotómica que indica el tipo de bono, verde o convencional.

Se considera la madurez en función de los días restantes entre el día de observación y la fecha de liquidación, esto se explica en la literatura de la investigación “*Does it pay to be green?*” (Karpf, A. & Mandel, A., 2017) donde se demostró que la variable es significativa para el modelo que explica la exigencia de rendimiento de los bonos y su relación es positiva, aunque diferenciado para bonos convencionales y verdes, donde el efecto es menor.

## **Metodología**

El primer panel de datos que se analiza es el Panel A, está compuesto por 16 sujetos de estudio, 8 bonos verdes y 8 bonos convencionales de Chile. Para este modelo se agrega una variable dicotómica que indica el tipo de bono. Se evalúa y selecciona el tipo de modelo panel que explica mejor el efecto de las variables exógenas en la variable dependiente.

Este panel considera la totalidad de la muestra, ya que busca explicar la tasa de colocación de bonos y evaluar si la variable que indica el tipo, verde o convencional, es significativa para el modelo y tiene influencia en la definición de la tasa de colocación.

Posteriormente, se analizarán por separado bonos verdes y convencionales. Para esto se define el segundo panel de datos, el Panel B, que se compone por los 8 bonos verdes de la muestra. De igual forma, se evalúa y selecciona el tipo de modelo a utilizar.

Finalmente, se analiza el Panel C, compuesto por los 8 bonos convencionales de la muestra. Se evalúa y selecciona el tipo de modelo panel que se utiliza.

El objetivo de definir un modelo para cada tipo de bono es realizar una comparación entre los resultados, analizar la significancia de las variables que explican la tasa de colocación para cada modelo y contrastar los estimadores obtenidos de las variables exógenas.

Como se mencionó anteriormente, los bonos verdes de Chile determinan la cantidad de datos diarios considerados en la muestra debido a que este mercado es emergente y todas

sus emisiones se registran entre los últimos 3 años. Esto limita la cantidad de datos diarios recogidos por la muestra y además la cantidad de sujetos de estudio existentes. Por otra parte, la cantidad de emisiones de bonos convencionales en Chile es considerablemente mayor, por lo que permite seleccionar el bono que tenga mayor similitud con el bono verde al que será comparado en la muestra.

Para efectos de análisis, se repite la metodología en una muestra compuesta por la misma cantidad de bonos corporativos verdes y convencionales, pertenecientes a Estados Unidos. Se elige este país para comparar resultados porque presenta un mercado de renta fija con mayor tamaño, madurez y presencia bursátil, lo que también presenta una ventaja al existir una gran cantidad de instrumentos entre los que se seleccionan los análogos a la muestra de Chile. Los instrumentos seleccionados tienen clasificación de riesgo y emisores similares a los de la muestra de Chile y ambas muestras están diversificadas según las mismas industrias.

Para la muestra de Estados Unidos se construyen los siguientes paneles: Panel D, compuesto por 8 bonos verdes y 8 convencionales; Panel E, compuesto por los 8 bonos verdes y Panel F, compuesto por los 8 bonos convencionales de la muestra.

El objetivo de replicar la metodología en esta muestra es observar la variación de los resultados de los modelos al tomar muestras con características de mercado diferentes.

## **Modelo**

El análisis de tasas de colocación se realiza a través de Modelos de Panel, dado que la muestra tiene un componente de serie de tiempo, que considera las tasas diarias de cada bono, y además un componente de corte transversal, correspondiente a las características del bono y su emisor.

El modelo panel estático general, se plantea como:

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Donde  $Y_{i,t}$  es la variable dependiente para cada individuo  $i$  en el tiempo  $t$ .

Este planteamiento del modelo requiere estimar  $\alpha$  y  $\beta_i$  al mismo tiempo, por lo que deben aplicarse restricciones que simplifiquen la cantidad de parámetros a estimar.

El primer modelo que se desprende del general es el de Efecto Común, que utiliza el supuesto de que cada elemento o sujeto de la sección de corte transversal responde de la misma forma a las variables exógenas  $X_i$ . Para esto se aplica la restricción  $\beta_1 = \dots = \beta_i = \beta$ .

El modelo tiene la siguiente forma:

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Además se aplica restricción a los interceptos  $\alpha$ , controlando las condiciones de cada sujeto transversal, por lo que el modelo resultante es una especificación que supone homogeneidad entre los elementos de la sección transversal para ambos estimadores. Dentro de las desventajas de este modelo se encuentra que omite las dimensiones de tiempo y espacio de la muestra, al calcular los estimadores con una regresión agrupada.

El segundo modelo es de Efectos Aleatorios, donde el supuesto es que para cada unidad transversal hay un intercepto diferente y este no es fijo, sino que incluye un componente aleatorio. El modelo tiene la siguiente forma:

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta_i X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Donde  $\alpha = \alpha + \mu_i$ , el intercepto  $\alpha$  se descompone en un valor medio  $\alpha$  más una desviación aleatoria  $\mu_i$ , por lo que el modelo resultante es:

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta_i X_{i,t} + \mu_i + \varepsilon_{i,t}$$

Se evalúa a través de la Prueba del Multiplicador de Lagrange la hipótesis nula de que la varianza de la desviación aleatoria  $\mu_i$  es igual a 0, ya que si se cumple, significa que el intercepto no tiene diferencias con el del modelo de Efecto Común. Si se rechaza la nula, debe elegirse el modelo de Efectos Aleatorios.

El tercer modelo a evaluar es el de Efectos Fijos, que plantea que las diferencias entre interceptos de los sujetos son fijas y deben estimarse para cada sujeto, a través de una variable dicotómica que se incluye al modelo. El modelo se plantea como:

$$Y_{i,t} = V_i + \beta_i X_{i,t} + \varepsilon_i$$

Donde  $V_i$  es la variable dicotómica del intercepto para cada bono  $i$ .

Se evalúa a través de una Prueba F Restrictiva si la variable dicotómica  $V_i$  es igual a 0 para todos los sujetos  $i$ . Si esta hipótesis se rechaza, la variable es significativa para uno o más sujetos y por lo tanto, la variable pertenece al modelo y debe elegirse el de Efectos Fijos por sobre el de Efecto común.

Finalmente, para la elección del modelo, se deben comparar el de Efectos Fijos y Efectos Aleatorios. Para esto se evalúa con la Prueba de Hausman la hipótesis nula de que los estimadores calculados por los modelos son iguales,  $\beta_{ef} = \beta_{ea}$ , ya que si se cumple, se debería elegir el modelo de efectos aleatorios, que al estimar menos variables dicotómicas será más eficiente. De lo contrario, si los estimadores difieren, se utiliza el modelo de Efectos Fijos.

Por la naturaleza de los datos de panel los términos de error pueden presentar correlación serial, entre los errores de un mismo sujeto; o correlación contemporánea, en la que las observaciones de un sujeto se correlacionan con las de otro sujeto para los mismos periodos de tiempo.

Para evaluar si estas condiciones se presentan en el modelo se realiza la Prueba de Wooldridge, donde se establece como hipótesis nula que no existe correlación serial. Además se realiza la Prueba de Breusch y Pagan para identificar correlación contemporánea en modelos en los términos de error de modelos de efectos fijos.

Con el objetivo de obtener un modelo consistente que explique las tasas de colocación, no se considera entre las variables explicativas la tasa de emisión, ya que de esta forma se obtiene significancia estadística para el resto de variables que incluye el modelo y para el modelo general, lo que no ocurre al incluir la tasa de emisión.

Para realizar los modelos se utiliza el paquete de econometría de datos panel plm desarrollado por Croissant y Millo (2008) para R Studio.

## 4. RESULTADOS

En esta sección se revisan los resultados obtenidos por la investigación para cada panel. Se prueba modelo de efectos individuales, aleatorios y fijos, los que se evalúan a través de las pruebas de Hausman y la prueba del multiplicador de Lagrange para hacer la comparación. Se elige como resultado el de Efectos Fijos, que resulta ser el más consistente. A continuación se presentan los resultados por panel para la muestra de Chile y la muestra de Estados Unidos, ambas excluyen la variable tasa de emisión.

**Tabla 1:** Regresión del Modelo de Efectos Fijos para Bonos Corporativos Chile (A), excluyendo la variable tasa de emisión.

**PANEL A: excluyendo la variable tasa de emisión**

Bonos Corporativos Chile					
Modelo Efectos Fijos					
n= 182 , T=16 , N=2912					
	Estimador	Error estándar	t-value	Pr (> t )	
Tipo de bono V	8,3809E-01	3,7766E-02	22,1916	< 2,2e-16	***
Días hasta la madurez	9,6170E-05	8,6107E-06	11,1686	< 2,2e-16	***
Tipo de moneda UF	-3,1665E+00	7,0757E-02	-44,7516	< 2,2e-16	***
Rating AA	-3,3963E-01	7,3642E-02	-4,6119	4,175E-06	***
Rating AA+	-1,3223E+00	1,3116E-01	-10,0817	< 2,2e-16	***
Rating AAA	-2,6546E+00	7,0721E-02	-37,5355	< 2,2e-16	***
Leverage 2,27	2,4619E-01	7,8800E-02	3,1243	0,001801	**
Leverage 2,29	3,0061E-01	9,7694E-02	3,0770	0,002111	**
Leverage 3,11	1,1797E-01	1,2339E-01	0,9560	0,339147	
R-Cuadrado:	0,65292		F-estadístico:	568,748	
R-Cuadrado ajustado:	0,62869		P-value:	< 2,22e-16	

La tabla 1 muestra los resultados para el Panel A, se incluye la muestra completa de Chile, de bonos verdes y convencionales. Se obtiene significancia estadística para el modelo y un coeficiente de bondad de ajuste de 62,86%.

En el Panel A, se incluye la muestra completa de Chile, bonos verdes y convencionales a través de la incorporación de una variable dicotómica que indica el tipo de bono, verde o

convencional; el modelo muestra que el tipo de bono verde tiene significancia estadística para el modelo y por lo tanto, esta característica del bono es determinante en la decisión de la tasa de descuento, y por lo tanto, cuánto pagar por el bono desde el punto de vista del inversionista.

Para los días hasta la madurez, la relación es positiva con la tasa, lo que indica que la tasa de colocación disminuye a medida que el bono se acerca a su fecha de liquidación. Para la variable que indica el tipo de moneda, el modelo arroja significancia cuando la moneda es UF, debido a que la mayoría de los instrumentos considerados por la muestra son emitidos en esta moneda, con excepción de dos bonos emitidos en CLP.

Por otro lado, la variable rating tiene una relación inversa respecto a la tasa de colocación. Los ratings más altos, AAA y AA+, son los que tienen mayor significancia estadística. Además, respecto a los estimadores obtenidos para cada rating se puede observar que a mayor rating, mayor es la caída en la tasa de descuento. En este caso, el modelo asocia el rating del bono al leverage de la empresa, donde el leverage es más importante para el modelo a medida que el rating del bono es menor, de hecho, el leverage para el rating AAA no es significativo. La variable leverage tiene una relación positiva con la tasa.

Finalmente, la variable liquidez fue excluida por el modelo.

**Tabla 2:** Regresión del Modelo de Efectos Fijos para Bonos Verdes de Chile (B), excluyendo la variable tasa de emisión.

**PANEL B: excluyendo la variable tasa de emisión**

Bonos Verdes Chile					
Modelo Efectos Fijos					
n= 182, T=8, N=1456					
	Estimador	Error estándar	t-value	Pr (> t )	
Días hasta la madurez	2,5657E-04	1,1706E-05	21,9168	< 2e-16	***
Tipo de moneda UF	-2,1057E+00	8,1309E-02	-25,8977	< 2e-16	***
Rating AA	-1,9720E+00	8,3378E-02	-23,6520	< 2e-16	***
Rating AA+	-3,0437E+00	8,2484E-02	-36,9009	< 2e-16	***
Rating AAA	-2,9273E+00	8,2178E-02	-35,6217	< 2e-16	***
Leverage 2,27	-1,0630E+00	8,1539E-02	-13,0366	< 2e-16	***
Leverage 2,29	-2,0505E-01	8,1243E-02	-2,5239	0,01173	*
R-Cuadrado:	0,78696		F-estadístico:	668,586	
R-Cuadrado ajustado:	0,75534		P-value:	< 2,22e-16	

La tabla 2 muestra los resultados del modelo para el Panel B, que incluye como muestra sólo los bonos verdes pertenecientes a la base de datos de Chile. Se obtiene significancia estadística para el modelo y un coeficiente de bondad de ajuste de 75,53%.

Para la tasa de colocación de bonos verdes las variables de días hasta la madurez tiene una relación positiva y es significativa, lo que es consistente con los resultados del Panel A de la muestra completa. De igual manera, el tipo de moneda mantiene su relación inversa a la tasa.

Por otro lado, se observa el cambio de signo para las variables de leverage, para la muestra completa tienen una relación positiva mientras que para los bonos verdes tienen una relación inversa con la tasa de colocación, lo que no es consistente desde el punto de vista intuitivo de la valoración de instrumentos. Asimismo, el rating tiene un movimiento inverso respecto a la tasa, lo que coincide con la relación esperada entre ambas variables.

De igual forma, se asocia leverage con rating. En este caso, el leverage tiene significancia sólo para los bonos de menor calificación de riesgo, AA. Para las calificaciones de riesgo AA+ el leverage no es significativo y para AAA el modelo descarta por completo el leverage.

**Tabla 3:** Regresión del Modelo de Efectos Fijos para Bonos Convencionales de Chile (C), excluyendo la variable tasa de emisión.

**PANEL C: excluyendo la variable tasa de emisión**

Bonos Convencionales Chile					
Modelo Efectos Fijos					
n= 182 , T=8 , N=1456					
	Estimador	Error estándar	t-value	Pr (> t )	
Días hasta la madurez	-1,3689E-04	1,0727E-05	-12,761	< 2,2e-16	***
Tipo de moneda UF	-4,3324E+00	7,9291E-02	-54,639	< 2,2e-16	***
Rating AA	1,7885E+00	8,6251E-02	20,736	< 2,2e-16	***
Rating AA+	1,1905E+00	8,6364E-02	13,784	< 2,2e-16	***
Rating AAA	-2,1419E+00	7,9062E-02	-27,091	< 2,2e-16	***
Leverage 2,27	3,2131E+00	1,1289E-01	28,462	< 2,2e-16	***
Leverage 2,29	1,1506E+00	9,4961E-02	12,117	< 2,2e-16	***
R-Cuadrado:	0,76782		F-estadístico:	598,576	
R-Cuadrado ajustado:	0,73337		P-value:	< 2,22e-16	

Para el Panel C, que incluye el modelo sólo con los bonos convencionales de la muestra de Chile, se observa que el modelo tiene significancia estadística, al igual que todas las variables que se incluyen. Además tiene un coeficiente de bondad de ajuste de 73,33%.

Al contrario que para bonos verdes, se observa que los días hasta la madurez tienen una relación inversa respecto a la tasa, esto indica que la tasa es creciente en la medida en que disminuyen los días para madurez y el bono se acerca a su fecha de liquidación.

Respecto al rating, también se observa un cambio de signo en los ratings más bajos, que para bonos convencionales tienen una relación positiva con la tasa de colocación, esto es interesante al considerar que para estos bonos con bajo rating la tasa será menor también. El rating AAA se comporta de forma inversa a la tasa, lo que sí es consistente con la relación esperada entre ambas variables, ya que el rating más alto debería presentar una menor tasa de colocación respecto al resto. Para el leverage se observa el cambio de signo respecto a los bonos verdes, mientras que en verdes la relación es negativa, para bonos convencionales la variable se comporta de la forma esperada, con una relación positiva que causa que a mayor leverage de la empresa, la tasa de colocación del bono también sea mayor.

Al igual que para los bonos verdes, el modelo asocia el rating al leverage, asignando importancia dentro de la explicación de las tasas de colocación a los leverage pertenecientes a los rating más bajos, AA y AA+ ya que para el rating más alto el leverage se descarta por completo.

**Tabla 4:** Regresión del Modelo de Efectos Fijos para Bonos Corporativos de Estados Unidos (D), excluyendo la variable tasa de emisión.

**PANEL D: excluyendo la variable tasa de emisión**

Bonos Corporativos Estados Unidos

Modelo Efectos Fijos

n= 182 , T=16 , N=2912

	Estimador	Error estándar	t-value	Pr (> t )	
Tipo de bono V	2,2323E-02	1,8952E-02	1,1779	0,238950	
Días hasta la madurez	1,3468E-04	3,9721E-06	33,9072	< 2,2e-16	***
Rating AA+	2,6863E-01	1,0416E-01	2,5789	0,009964	**
Rating BBB	1,3777E+00	6,2409E-02	22,0762	< 2,2e-16	***
Rating BBB+	1,1926E+00	8,2780E-02	14,4068	< 2,2e-16	***
Leverage	1,1482E-01	1,7659E-02	6,5021	9,391E-11	***
Liquidez	-8,1833E-01	9,2294E-02	-8,8666	< 2,2e-16	***

R-Cuadrado:	0,64904	F-estadístico:	719,404
R-Cuadrado ajustado:	0,62481	P-value:	< 2,22e-16

La tabla 4 muestra los resultados para el panel D, que incluye la muestra de Estados Unidos completa, considerando bonos verdes y convencionales. El modelo es significativo y presenta un coeficiente de bondad de ajuste de 62,48%. Se descarta la variable tipo de moneda porque todos los bonos de la muestra son emitidos en USD.

La variable de días de madurez tiene una relación positiva con la tasa de colocación, lo que significa que la tasa disminuye en la medida en que se acerca la fecha de liquidación del bono.

A diferencia de la muestra completa de Chile, Tabla 1, en el modelo que explica las tasas de colocación de bonos en Estados Unidos la variable tipo de bono no tiene significancia estadística, lo que implica que esta variable no es importante para la explicación de los tasas ni estaría determinando la decisión de cuánto pagar por un bono.

Otra diferencia importante entre ambas muestras es que en este panel el modelo no descarta la variable de liquidez, por el contrario, esta presenta significancia y un estimador considerable para el modelo. La variable tiene signo negativo, lo que es consistente con el comportamiento esperado entre liquidez y tasa, donde a menor liquidez de la empresa, mayor será la tasa de colocación del bono.

El rating del bono tiene signo positivo, contrario al movimiento esperado de la variable respecto a la tasa de colocación y contrario a la muestra completa de Chile. El modelo arroja que los rating más bajos son los que se consideran para la explicación de tasa y su significancia aumenta a medida que cae el rating. La variable leverage presenta una relación positiva y consistente con lo esperado además de mayor significancia para el modelo que en la muestra de Chile.

**Tabla 5:** Regresión del Modelo de Efectos Fijos para Bonos Verdes de Estados Unidos (E), excluyendo la variable tasa de emisión.

**PANEL E: excluyendo la variable tasa de emisión**

Bonos Verdes Estados Unidos					
Modelo Efectos Fijos					
n= 182 , T=8 , N=1456					
	Estimador	Error estándar	t-value	Pr (> t )	
Días hasta la madurez	1,2658E-04	6,9214E-06	18,2875	< 2,2e-16	***
Rating AA+	8,6923E-01	2,1574E-01	4,0290	5,935E-05	***
Rating BBB	1,8241E+00	1,2118E-01	15,0525	< 2,2e-16	***
Rating BBB+	1,6555E+00	1,7293E-01	9,5734	< 2,2e-16	***
Leverage	2,2166E-01	3,5648E-02	6,2180	6,823E-10	***
Liquidez	-1,5112E+0 0	1,8029E-01	-8,3824	< 2,2e-16	***
R-Cuadrado:	0,69136		F-estadístico:	473,388	
R-Cuadrado ajustado:	0,64584		P-value:	< 2,22e-16	

La tabla 5 muestra los resultados del modelo para el Panel E, que incluye como muestra sólo los bonos verdes pertenecientes a la base de datos de Estados Unidos. Se obtiene significancia estadística para el modelo y un coeficiente de bondad de ajuste de 64,58%.

Al igual que para el modelo que incluye la totalidad de los bonos, los días para la madurez es una variable significativa y tiene signo positivo.

De igual forma, los rating mantienen signo positivo y presentan una relación con la variable explicativa contraria a la esperada. La significancia de la variable aumenta a menor rating.

Para las variables referidas a características del emisor, se mantiene misma relación que el modelo con muestra completa, el leverage tiene signo positivo y presenta menor significancia respecto al modelo de muestra completa; la liquidez es significativa y tiene signo negativo, lo que es consistente con el movimiento esperado entre esta variable y la tasa de colocación.

**Tabla 6:** Regresión del Modelo de Efectos Fijos para Bonos Convencionales de Estados Unidos (F), excluyendo la variable tasa de emisión.

**PANEL F: excluyendo la variable tasa de emisión**

Bonos Convencionales Estados Unidos					
Modelo Efectos Fijos					
n= 182 , T=8 , N=1456					
	Estimador	Error estándar	t-value	Pr (> t )	
Días hasta la madurez	1,6178E-04	5,6701E-06	28,5329	< 2e-16	***
Rating AA+	-1,4078E-01	1,2081E-01	-1,1653	0,2441	
Rating BBB	1,1415E+00	7,5697E-02	15,0792	< 2e-16	***
Rating BBB+	9,2201E-01	9,4662E-02	9,7401	< 2e-16	***
Leverage	4,2764E-02	2,1141E-02	2,0228	0,0433	*
Liquidez	-2,0103E-01	1,1489E-01	-1,7498	0,0804	.
R-Cuadrado:	0,64947		F-estadístico:	391,569	
R-Cuadrado ajustado:	0,59778		P-value:	< 2,22e-16	

El Panel F presenta los resultados del modelo que toma la muestra de bonos convencionales de Estados Unidos. El modelo es significativo en conjunto y presenta un coeficiente de bondad de ajuste de 59,78%.

Al igual que en bonos verdes, los días para la madurez son una variable significativa para el modelo y tienen una relación positiva con la variable dependiente, por lo que ambos decrecen juntos a medida que avanza la madurez del instrumento.

Para el rating se presenta la misma relación que en los modelos anteriores de Estados Unidos, con excepción del rating AA+, donde el signo es consistente con el movimiento esperado, pero no tiene significancia para el modelo. Los rating más bajos, BBB y BBB+ tienen signo positivo y además, para el rating BBB+ se observa un estimador considerablemente mayor al de bonos verdes, lo que indica que los bonos verdes serían menos castigados en términos de tasa de colocación cuando tienen bajo rating en comparación a los convencionales del mismo país.

Para el leverage y liquidez se observa la relación esperada de estas variables y la variable dependiente, pero no presentan mayor significancia para la explicación de tasas de colocación de bonos convencionales.

## **Robustez**

En esta sección repasamos los tests de robustez que se aplicaron al modelo base de Efectos Fijos presentados en las tablas anteriores. En primer lugar, se aplican las pruebas correspondientes a la elección del modelo más adecuado para la muestra según sus efectos, comunes, fijos o aleatorios. El resultado de los test arrojan que se deben elegir efectos fijos por sobre comunes con la prueba F restrictiva y también que se debe elegir el de efectos aleatorios por sobre el común, con la prueba del Multiplicador de Lagrange, por lo que el modelo de efectos comunes se descarta por completo. Finalmente, se realiza la prueba de Hausman para elegir el modelo entre el de efectos fijos y el de efectos aleatorios, donde se rechaza la hipótesis nula de que los estimadores de ambos modelos no difieren, lo que significa que se debe usar el modelo de efectos fijos, que será el más eficiente para el panel.

Al modelo elegido se le aplica la Prueba de Wooldridge, que prueba la hipótesis nula de que no existe correlación entre los términos de error de cada sujeto. El resultado de la prueba es que no hay evidencia suficiente para aceptar la nula, por lo que se asume la correlación entre los errores. Esto indicaría que el modelo tiene un componente autorregresivo que debe incluirse, por lo que se toma la variable de madurez restante del bono en unidades de días y no años, con el objetivo de incorporar este componente.

Por otro lado, se evalúa a través de la Prueba de Breusch y Pagan la hipótesis de que existe independencia transversal entre los sujetos de estudio, esto significa asumir que las observaciones de un bono no están relacionadas con las de otro bono para el mismo tiempo. El resultado de esta prueba es que se rechaza la hipótesis nula, por lo que se asume que hay observaciones entre sujetos que se relacionan entre los mismos días  $t$ . Para solucionar este problema se realiza un cambio de modelo y se prueba uno de efectos temporales, con el objetivo de comprobar si es más eficiente que el modelo de efectos fijos al incorporar efectos temporales comunes a los sujetos de estudio. Como resultado de este modelo se obtiene un coeficiente de bondad de ajuste cercana al  $-7,19\%$  considerando las mismas variables explicativas, que para este modelo, resultan no ser significativas estadísticamente. A raíz de esto se mantiene el modelo de efectos fijos, que es considerablemente más eficiente.

## 5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados presentados anteriormente se acepta la hipótesis de que existen diferencias entre las variables que explican las tasas de colocación de bonos verdes y convencionales para el caso de Chile. En la Tabla 1 se observa como resultado que la variable que indica el tipo de bono (verde) tiene significancia estadística para el modelo y por lo tanto, tiene incidencia en la determinación de la tasa de descuento. Esta variable tiene la mayor significancia para el modelo después del rating AAA. Además, el estimador muestra que esta variable es la tercera con mayor importancia relativa para el modelo.

Al comparar entre los resultados del modelo que explica la tasa para bonos verdes (Tabla 2) y para bonos convencionales (Tabla 3), se observa el cambio de signo para la variable leverage, mientras que para bonos convencionales su relación es positiva, consistente con la muestra que incluye ambos tipos de bonos, en bonos verdes el signo es negativo, lo que indica que de todas formas, aunque aumente el leverage, se produce una caída en la tasa de colocación, registrando una caída mayor para el leverage asociado al menor rating.

Otro hallazgo importante es el comportamiento de la variable rating para cada tipo de bono. Para bonos convencionales el signo de los rating AA y AA+ es positivo, lo que indica que mientras menor sea el rating, mayor es el aumento de la tasa de colocación. Para el rating AAA se comporta según lo esperado y tiene signo negativo, ya que al tener la mejor clasificación de riesgo la tasa disminuye.

En el caso de bonos verdes se produce un efecto diferente, ya que todos los ratings tienen signo negativo, lo que permite inferir que independientemente del rating que tenga el instrumento, se produce una caída en la tasa de colocación. Esta observación es interesante ya que implica que existe una valoración positiva del inversionista por el bono verde, ya que sin importar su rating se produce una baja en la tasa.

Estos resultados son consistentes con los resultados de la investigación “*Does it pay to be green?*” (Karpf, A. & Mandel, A., 2017), donde se encontró que existen diferencias entre las tasas de colocación de bonos verdes y convencionales. En los aspectos comunes con este trabajo está la relación de la variable días de madurez con la tasa de colocación, para

bonos verdes, que resulta ser positiva y significativa para el modelo; esto es bastante intuitivo si se considera que un mayor tiempo restante de madurez del instrumento representa un mayor riesgo y por lo tanto, mayor tasa de colocación. Por otra parte, la investigación mencionada encontró que el mercado analizado, de bonos municipales estadounidenses, penaliza a los bonos verdes por su naturaleza verde a través de tasas de colocación más altas, por tanto, precios más bajos, aún cuando según su perfil de crédito se espera una mejor valoración.

Las implicaciones prácticas de la investigación tienen directa relación con las decisiones de inversión de actores del mercado. Se ha demostrado que entre bonos sustitutos, los bonos verdes presentan mejores comportamientos respecto a sus variables explicativas, tanto para rating, días restantes hasta la madurez y leverage.

Además, la investigación contribuye a completar parte de la brecha existente de información respecto al comportamiento de bonos verdes y su diferencia respecto a instrumentos convencionales.

Sin embargo, es importante tener en consideración que los resultados de la investigación son aplicables al mercado de renta fija chileno y no representan de ninguna forma resultados extrapolables a mercados pertenecientes a otros países.

Por último, la investigación sugiere para investigaciones futuras estudiar la significancia de la diferencia entre los tipos de bonos comparados, además de responder interrogantes tales como si estas diferencias se explican por las variables explicativas que selecciona la presente investigación o existen características adicionales de los bonos, emisores o inversionistas que deben ser consideradas en la explicación de las tasas de colocación y su diferencia.

## 6. CONCLUSIÓN

En esta última sección se exponen los hallazgos de la investigación y finalmente las sugerencias a futuros desarrollos.

Para los bonos corporativos de Chile, se demuestra que el mercado chileno valora de forma diferenciada la exigencia de rentabilidad según el tipo de bono, verde o convencional (Ver Anexo Gráfico 1). Si bien se observa que en promedio las tasas de colocación para bonos verdes son mayores que para bonos convencionales, en los resultados del modelo que explica la tasa de colocación de bonos verdes (Panel 2), existen variables con mejor comportamiento respecto al convencional. La variable rating presenta una relación negativa con la tasa de colocación, lo que implica que incluso para los ratings más bajos, no se castiga la tasa a través de un incremento en esta. Esto no es así para bonos convencionales, donde a menor rating existe un aumento en la tasa de colocación.

Entre las variables explicativas que influyen en la explicación de la tasa de colocación, se encuentran los días hasta la madurez; el tipo de moneda, donde se destacan los bonos emitidos en UF; el rating al que pertenece el bono y el leverage de la empresa emisora. El Modelo de Panel de Efectos Fijos, asocia las variables rating y leverage como dependientes entre sí, lo que responde a la inclusión del leverage del emisor para fijar la clasificación de riesgo de un bono. Se muestra que a mayor rating mayor leverage, y viceversa, además que mientras menor es el rating, la importancia del leverage para el modelo es creciente.

En contraste, para los bonos corporativos de Estados Unidos se demuestra que el mercado estadounidense no valora de manera diferenciada los instrumentos verdes con respecto a los convencionales (Ver Anexo Gráfico 2), lo que es consistente con la literatura de la investigación, que encuentra que para países desarrollados, los mercados financieros conducen a un ajuste de los bonos verdes a largo plazo (Flaherty et al., 2017).

Dentro de las variables que explican la tasa de colocación se destacan los días hasta la madurez, el rating, el leverage y la liquidez. En esta muestra, el panel no asocia rating y

leverage. Tampoco se considera la variable tipo de moneda ya que todos los bonos seleccionados para la muestra son emitidos en dólar estadounidense.

La variable liquidez es considerada dentro de las variables que explican la tasa de colocación, mientras que en Chile no es considerada, en el mercado estadounidense esta característica del emisor tiene relevancia para el inversionista, ya que al no existir diferencias entre bonos verdes y convencionales se usan otras variables para determinar la elección. Respecto a las muestras individuales de Estados Unidos, se observa que la liquidez tiene mayor impacto en el bono convencional que en el bono verde.

Al comparar los mercados de renta fija entre Chile y Estados Unidos, se observa que las características del mercado verde de Chile tales como la madurez y presencia bursátil son menores, por lo que parte de la diferencia entre las tasas de colocación de bonos verdes y convencionales podría ser explicada por variables relativas al mercado, ya que para el mercado de bonos estadounidense que es más desarrollado, la elección de inversión no es determinada por el tipo de bono. Mientras que en Chile, el tipo de bono sigue siendo determinante en la explicación de tasas de colocación y por lo tanto, la percepción de los bonos sigue siendo diferenciada según su naturaleza.

Con respecto a futuros desarrollos en esta área, se plantea la interrogante de si las variables que corresponden a características del mercado explican en algún porcentaje la diferencia entre las tasas de colocación de bonos verdes y convencionales. Adicionalmente, se sugiere para futuras investigaciones la aplicación de un test de medias, específicamente, la descomposición de una variable en dos grupos por Oaxaca-Blinder (1973), que permite descomponer la diferencia entre dos grupos, en este caso bonos verdes y convencionales, y explicarla a través de dos componentes. El primer componente recoge la diferencia entre las variables explicativas observables de los dos grupos, y el segundo componente recoge la diferencia entre las características no observables, medido por la diferencia entre los parámetros de ambos grupos. Esto permitiría ver si las diferencias son significativas y observar el porcentaje de explicación que se le entrega a las variables incluidas en el modelo y el porcentaje de explicación a las variables que no han sido consideradas.

## 7. REFERENCIAS

- Tang, D. Y., & Zhang, Y. (2018). Do shareholders benefit from green bonds? *Journal of Corporate Finance*.
- Larcker, D. F., & Watts, E. M. (2020). Where's the Greenium?. *Journal of Accounting and Economics*, 101312.
- Monasterolo, I., & Raberto, M. (2018). The EIRIN Flow-of-funds Behavioural Model of Green Fiscal Policies and Green Sovereign Bonds. *Ecological Economics*, 144, 228–243.
- Febi, W., Schäfer, D., Stephan, A., & Sun, C. (2018). The impact of liquidity risk on the yield spread of green bonds. *Finance Research Letters*.
- Zerbib, O. D. (2019). The effect of pro-environmental preferences on bond prices: Evidence from green bonds. *Journal of Banking & Finance*, 98, 39-60.
- Agliardi, E., & Agliardi, R. (2019). Financing environmentally-sustainable projects with green bonds. *Environment and Development Economics*, 24(6), 608-623.
- Ge, W., & Liu, M., (2015). Corporate social responsibility and the cost of corporate bonds. *Journal of Accounting and Public Policy*, 34(6), 597-624.
- Chava, S., (2014). Environmental externalities and cost of capital. *Management Science*, 60(9), 2223-2247.
- Gianfrate, G., & Peri, M. (2019). The green advantage: Exploring the convenience of issuing green bonds. *Journal of Cleaner Production*, 219, 127–135.
- Flaherty, M., Gevorkyan, A., Radpour, S., & Semmler, W. (2017). Financing climate policies through climate bonds – A three stage model and empirics. *Research in International Business and Finance*, 42, 468–479.

Barua, S., & Chiesa, M. (2019). Sustainable financing practices through green bonds: What affects the funding size? *Business Strategy and the Environment*.

Hachenberg, B., & Schiereck, D., (2018). Are green bonds priced differently from conventional bonds? *Journal of Asset Management* 19(6), 371-383.

Karpf, A. & Mandel, A. (2017). Does it pay to be green? A comparative study of the yield term structure of green and brown bonds in the US municipal bonds market. Université Panthéon-Sorbonne Paris.

Fatica, S., Panzica, R. & Rancan, M. (2019). The pricing of green bonds: are financial institutions special?. Joint Research Centre Working Papers in Economics and Finance. European Commission.

Oaxaca, R. L. (1973). Male-Female wage differentials in urban labor markets. *International Economic Review*, Vol 14(3), pp. 693-709.

Vicéns Otero, J. (2012). Descomposición Oaxaca-Blinder en modelos lineales y no lineales. Instituto L.R. Klein - Centro Gauss. U.A.M. D.T. no 20.

Sempere, G. (2018). Determinantes de los diferenciales de rendimiento en Latinoamérica a través de modelos de datos de panel. Universidad de San Andrés, Buenos Aires, Argentina.

Lagos, B. (2017). Oportunidades de inversión y spreads de bonos corporativos. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Labra, Romilio. & Torrecillas, Celia. “Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico”. Working Paper #2014/16. Universidad Autónoma de Madrid, Accenture Working Papers.

Parra, Francisco. (2016). Curso de Estadística con R. DOC N°2/2016 ISSN 2444-1627. Instituto Cántabro de Estadística. Santander, Cantabria.

Aparicio, Juan., Martínez, M<sup>o</sup> Asunción. & Morales, Javier. Modelos Lineales aplicados en R. Depto. de Estadística, Matemáticas e Informática. Centro de Investigación Operativa. Universidad Miguel Hernández.

Aparicio, Javier. & Márquez, Javier. (2005). Diagnóstico y Especificación de Modelos Panel en Stata 8.0. División de Estudios Políticos, CIDE.

## 8. ANEXO

En la Tabla 7 y la Tabla 8 se muestran los resultados de los Modelos de Panel con efectos individuales, fijos y aleatorios; empleados en la muestra de Chile y en la muestra de Estados Unidos respectivamente.

En la Tabla 7, se observan los modelos para el Panel A que corresponde a bonos corporativos de Chile, seguido por los modelos aplicados en el Panel B correspondiente a bonos verdes de Chile y por último los modelos empleados en el Panel C que corresponde a bonos convencionales de Chile.

**Tabla 7:** Estimación con Modelos de Panel para la muestra de Chile, se excluye la variable tasa de emisión.

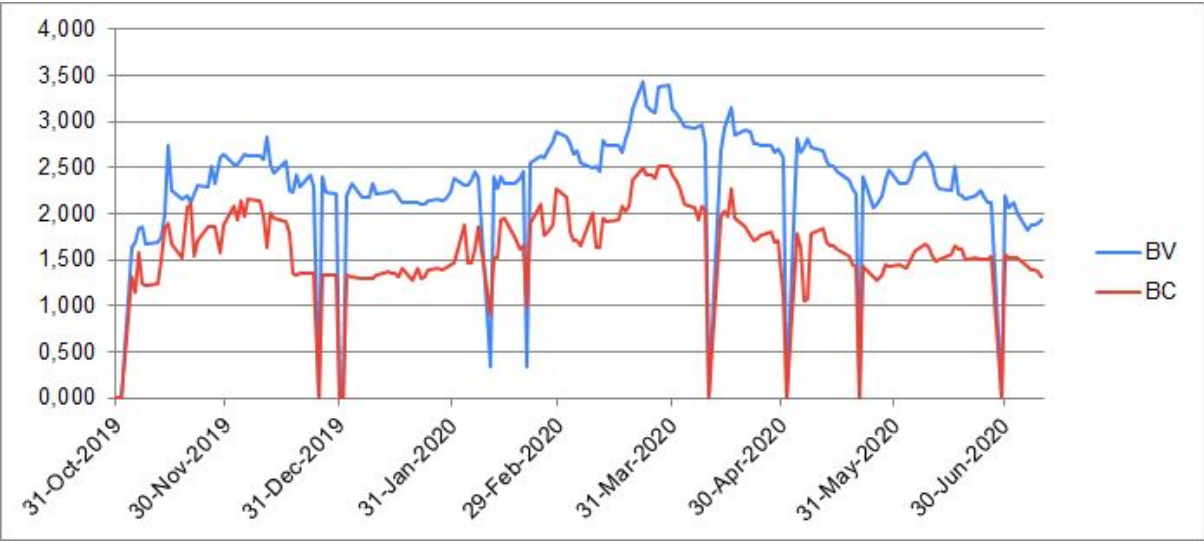
	Modelo Pooled (A)	Modelo Efectos Fijos (A)	Modelo Efectos Aleatorios (A)	Modelo Pooled (B)	Modelo Efectos Fijos (B)	Modelo Efectos Aleatorios (B)	Modelo Pooled (C)	Modelo Efectos Fijos (C)	Modelo Efectos Aleatorios (C)
Intercepto	4,2664e+00 *** (6,1687e-02)	-	4,2654e+00 *** (6,6187e-02)	4,8668e+00 *** (7,8396e-02)	-	4,8630e+00 *** (7,6193e-02)	4,3068e+00 *** (6,3798e-02)	-	4,3068e+00 *** (6,3778e-02)
Tipo de bono V	8,3804e-01 *** (4,2822e-02)	8,3809e-01 *** (3,7766e-02)	8,3808e-01 *** (3,7773e-02)	-	-	-	-	-	-
Días hasta la madurez	9,5194e-05 *** (9,7577e-06)	9,6170e-05 *** (8,6107e-06)	9,5994e-05 *** (8,6113e-06)	2,5419e-04 *** (1,4886e-05)	2,5657e-04 *** (1,1706e-05)	2,5616e-04 *** (1,1720e-05)	-1,3697e-04 *** (1,2196e-05)	-1,3689e-04 *** (1,0727e-05)	-1,3692e-04 *** (1,0721e-05)
Tipo de Moneda UF	-3,1669e+00 *** (8,0229e-02)	-3,1665e+00 *** (7,0757e-02)	-3,1666e+00 *** (7,0769e-02)	-2,1064e+00 *** (1,0347e-01)	-2,1057e+00 *** (8,1309e-02)	-2,1058e+00 *** (8,1415e-02)	-4,3324e+00 *** (9,0223e-02)	-4,3324e+00 *** (7,9291e-02)	-4,3324e+00 *** (7,9264e-02)
Rating AA	-3,3727e-01 *** (8,3497e-02)	-3,3963e-01 *** (7,3642e-02)	-3,3920e-01 *** (7,3654e-02)	-1,9682e+00 *** (1,0610e-01)	-1,9720e+00 *** (8,3378e-02)	-1,9714e+00 *** (8,3485e-02)	1,7887e+00 *** (9,8130e-02)	1,7885e+00 *** (8,6251e-02)	1,7886e+00 *** (8,6218e-02)
Rating AA+	-1,3191e+00 *** (1,4872e-01)	-1,3223e+00 *** (1,3116e-01)	-1,3218e+00 *** (1,3118e-01)	-3,0350e+00 *** (1,0495e-01)	-3,0437e+00 *** (8,2484e-02)	-3,0422e+00 *** (8,2588e-02)	1,1908e+00 *** (9,8243e-02)	1,1905e+00 *** (8,6364e-02)	1,1906e+00 *** (8,6327e-02)
Rating AAA	-2,6549e+00 *** (8,0189e-02)	-2,6546e+00 *** (7,0721e-02)	-2,6546e+00 *** (7,0733e-02)	-2,9298e+00 *** (1,0458e-01)	-2,9273e+00 *** (8,2178e-02)	-2,9278e+00 *** (8,2285e-02)	-2,1419e+00 *** (8,9963e-02)	-2,1419e+00 *** (7,9062e-02)	-2,1419e+00 *** (7,9035e-02)
Leverage 2,27	2,5015e-01 ** (8,9338e-02)	2,4619e-01 ** (7,8800e-02)	2,4690e-01 ** (7,8811e-02)	-1,0616e+00 *** (1,0377e-01)	-1,0630e+00 *** (8,1539e-02)	-1,0627e+00 *** (8,1644e-02)	3,2136e+00 *** (1,2840e-01)	3,2131e+00 *** (1,1289e-01)	3,2132e+00 *** (1,1284e-01)
Leverage 2,29	3,0529e-01 ** (1,1076e-01)	3,0061e-01 ** (9,7694e-02)	3,0145e-01 ** (9,7709e-02)	-1,9679e-01 . (1,0337e-01)	-2,0505e-01 * (8,1243e-02)	-2,0363e-01 * (8,1346e-02)	1,1510e+00 *** (1,0803e-01)	1,1506e+00 *** (9,4961e-02)	1,1507e+00 *** (9,4922e-02)
Leverage 3,11	1,1894e-01 (1,3991e-01)	1,1797e-01 (1,2339e-01)	1,1814e-01 (1,2341e-01)	-	-	-	-	-	-
Obs.	2912	2912	2912	1456	1456	1456	1456	1456	1456
R cuadrado	0,57829	0,65292	0,63809	0,6658	0,78696	0,76319	0,69089	0,76782	0,74331
R cuadrado ajustado	0,57699	0,62869	0,63697	0,66419	0,75534	0,76204	0,6894	0,73337	0,74207

En la Tabla 8, se muestran los modelos para el Panel D que corresponde a bonos corporativos de Estados Unidos, seguido por los modelos aplicados en el Panel E correspondiente a bonos verdes de Estados Unidos y por último los modelos empleados en el Panel F que corresponde a bonos convencionales de Estados Unidos.

**Tabla 8:** Estimación de Modelos de Panel para la muestra de Estados Unidos, se excluye la variable tasa de emisión.

	Modelo Pooled (D)	Modelo Efectos Fijos (D)	Modelo Efectos Aleatorios (D)	Modelo Pooled (E)	Modelo Efectos Fijos (E)	Modelo Efectos Aleatorios (E)	Modelo Pooled (F)	Modelo Efectos Fijos (F)	Modelo Efectos Aleatorios (F)
Intercepto	1,7309e+00 *** (5,8459e-02)	-	1,7518e+00 *** (5,3172e-02)	1,7573e+00 *** (1,1299e-01)	-	1,7911e+00 *** (9,3760e-02)	1,4819e+00 *** (7,7551e-02)	-	1,4994e+00 *** (6,8361e-02)
Tipo de bono V	2,0248e-02 (2,3817e-02)	2,2323e-02 (1,8952e-02)	2,2079e-02 (1,9076e-02)	-	-	-	-	-	-
Dias hasta la madurez	1,3700e-04 *** (4,9894e-06)	1,3468e-04 *** (3,9721e-06)	1,3496e-04 *** (3,9979e-06)	1,3013e-04 *** (8,7900e-06)	1,2658e-04 *** (6,9214e-06)	1,2729e-04 *** (7,0004e-06)	1,6414e-04 *** (6,8882e-06)	1,6178e-04 *** (5,6701e-06)	1,6238e-04 *** (5,7455e-06)
Rating AA+	2,9979e-01 * (1,3089e-01)	2,6863e-01 ** (1,0416e-01)	2,7229e-01 ** (1,0484e-01)	9,5431e-01 *** (2,7408e-01)	8,6923e-01 *** (2,1574e-01)	8,8628e-01 *** (2,1822e-01)	-1,2789e-01 (1,4684e-01)	-1,4078e-01 (1,2081e-01)	-1,3752e-01 (1,2243e-01)
Rating BBB	1,3999e+00 *** (7,8416e-02)	1,3777e+00 *** (6,2409e-02)	1,3803e+00 *** (6,2816e-02)	1,8723e+00 *** (1,5395e-01)	1,8241e+00 *** (1,2118e-01)	1,8338e+00 *** (1,2257e-01)	1,1578e+00 *** (9,1996e-02)	1,1415e+00 *** (7,5697e-02)	1,1456e+00 *** (7,6712e-02)
Rating BBB+	1,2209e+00 *** (1,0401e-01)	1,1926e+00 *** (8,2780e-02)	1,1959e+00 *** (8,3320e-02)	1,7265e+00 *** (2,1967e-01)	1,6555e+00 *** (1,7293e-01)	1,6697e+00 *** (1,7491e-01)	9,3702e-01 *** (1,1505e-01)	9,2201e-01 *** (9,4662e-02)	9,2580e-01 *** (9,5932e-02)
Leverage	1,2027e-01 *** (2,2189e-02)	1,1482e-01 *** (1,7659e-02)	1,1546e-01 *** (1,7774e-02)	2,3580e-01 *** (4,5286e-02)	2,2166e-01 *** (3,5648e-02)	2,2449e-01 *** (3,6057e-02)	4,5357e-02 . (2,5695e-02)	4,2764e-02 * (2,1141e-02)	4,3418e-02 * (2,1425e-02)
Liquidez	-8,3697e-01 *** (1,1598e-01)	-8,1833e-01 *** (9,2294e-02)	-8,2052e-01 *** (9,2898e-02)	-1,5745e+00 *** (2,2906e-01)	-1,5112e+00 *** (1,8029e-01)	-1,5239e+00 *** (1,8236e-01)	-2,0215e-01 (1,3964e-01)	-2,0103e-01 . (1,1489e-01)	-2,0131e-01 . (1,1643e-01)
Obs.	2912	2912	2912	1456	1456	1456	1456	1456	1456
R cuadrado	0,52538	0,64904	0,63144	0,54993	0,69136	0,65733	0,52585	0,64947	0,61283
R cuadrado ajustado	0,52423	0,62481	0,63055	0,54807	0,64584	0,65591	0,52388	0,59778	0,61123

**Gráfico 1:** Comparación del promedio de tasas de colocación de bonos verdes y bonos convencionales recogidos por la muestra de Chile.



**Gráfico 2:** Comparación del promedio de tasas de colocación de bonos verdes y bonos convencionales recogidos por la muestra de Estados Unidos.

