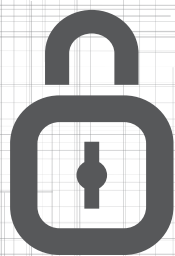


PRUEBAS DE TENSION PARA EL **FONDO DE LIQUIDEZ**



COSEDE

Corporación del Seguro de Depósitos,
Fondo de Liquidez y
Fondo de Seguros Privados

Pruebas de tensión para el Fondo de Liquidez de los bancos en el Sector Financiero Privado

Autor: Andrea Bayancela Espinel

Coordinación y edición: Eugenio Paladines y David Villamar

Corporación del Seguro de Depósitos,
Fondo de Liquidez y Fondo de Seguros Privados

Mayo 2017

Resumen

La presente investigación se enfoca en el análisis de escenarios de tensión con datos referentes al subsistema de bancos privados según la clasificación de la Superintendencia de Bancos, esto es: grandes, medianos y pequeños, con periodicidad mensual desde enero de 2007 hasta junio de 2016, a través de la aplicación de modelos econométricos para determinar el efecto que tendría las variaciones de indicadores financieros y macroeconómicos sobre el Fondo de Liquidez de las entidades financieras (bancos) que conforman el Sector Financiero Privado.

En relación a las variables financieras se obtuvo que a menor liquidez mayor rentabilidad, incrementos del *spread* están asociados con reducciones de liquidez en el caso de los bancos medianos y pequeños.

Por su parte la variable *tasa de interés* mostró una relación positiva respecto a la *cobertura a corto plazo*, lo cual se explica por la teoría económica keynesiana que sugiere que reducciones del tipo de interés provoca que los inversores prefieran atesorar dinero en lugar de colocarlo debido a la expectativa de que estos tipos de interés suban en el futuro, reduciéndose así la liquidez. Respecto a la magnitud del efecto de esta variable se obtuvo que depende del escenario en estudio y del tamaño de la entidad. La variable dependiente *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* evidenció una relación positiva con la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* y negativa con la *tasa de desempleo*, las magnitudes de los coeficientes que acompañan a estas variables son mayores al pasar del escenario base al severo.

La variable dependiente *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* se relaciona positivamente con la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* e *inflación* y negativamente con la *tasa de desempleo*. En el análisis por entidad dentro de los bancos grandes la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* mostró significación estadística respecto a la variable *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*.

En el escenario adverso el Fondo de Liquidez está en capacidad de hacer frente al 100 % los requerimientos de liquidez de última instancia de 21 de un total de 23 entidades que conforman el Sector Financiero Privado y al 90 % los requerimientos de las 2 entidades restantes.

En el escenario severo el Fondo de Liquidez tiene capacidad de cobertura de 100 % de los requerimientos de liquidez de última instancia de 20 de 23 entidades analizadas y 82 % de los requerimientos de las 3 entidades restantes.

Código JEL: C15, E44, E47, G21, G32.

Abstract

This paper focuses on the analysis of stress scenarios, with data referring to the private subsystem classified according to bank's size in: large, medium and small, with monthly frequency from January 2007 to June 2016, through the application of econometric models to determine the effect of changes in financial and macroeconomic indicators on the liquidity fund of the banks, who form part of the Private Financial Sector.

Regarding the financial variables, it was obtained that the lower liquidity, the higher profitability, which means increases in the *spread* are associated with liquidity reductions in the case of medium and small banks.

For its part, the variable *interest rate* showed a positive relation to *short-term coverage*, which is explained by the Keynesian economic theory which suggests that interest rate reductions make investors prefer to keep the money rather than lending it because of the expectation that interest rates will rise in the future, thereby liquidity is reduced. Regarding the magnitude of the effect of this variable, it was obtained that it depends on the scenario under study and the entity's size. The dependent variable *demand deposits plus quasi-money over total liquidity* evidenced a positive relationship with the *Current Economic Activity Index variation* and negative relationship with the *unemployment rate*, the coefficients' magnitude that come with these variables are greater when moving from the base to the severe scenario.

The dependent variable *demand deposits over money supply* is positively related to the *Current Economic Activity Index variation* and *inflation* and negative related to the *unemployment rate*. In the analysis per entity within the large banks, the change in the *Current Economic Activity Index* showed statistical significance with respect to the *demand deposits over money supply*.

In the adverse scenario, the Liquidity Fund is able to cope with 100% of the liquidity requirements of last resort of 21 out of 23 entities analyzed and 90% of the requirements of the 2 remaining entities.

In the severe scenario, the Liquidity Fund has a coverage capacity of 100% of the liquidity requirements of last resort of 20 out of 23 entities analyzed and 82% of the requirements of the 3 remaining entities.

JEL code: C15, E44, E47, G21, G32.

Índice general

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 2 |
| Índice general | 4 |
| Índice de figuras | 6 |
| Índice de cuadros | 6 |
| Glosario | 11 |
| Introducción | 13 |
| 1 Marco Teórico | 15 |
| 1.1 Estimación por mínimos cuadrados ordinarios | 15 |
| 1.1.1 Definición del modelo teórico | 16 |
| 1.1.2 Definición del modelo ajustado | 16 |
| 1.2 Generalización a regresión múltiple | 18 |
| 1.3 Datos de panel | 22 |
| 1.3.1 Estimación por efectos aleatorios | 24 |
| 1.3.2 Estimación por efectos fijos | 26 |
| 1.3.3 Prueba de Hausman | 27 |
| 1.4 Pruebas de tensión | 29 |
| 1.4.1 Entorno internacional | 29 |
| 1.4.1.1 Pruebas de tensión en Estados Unidos | 29 |
| 1.4.1.2 Pruebas de tensión en la Unión Europea | 30 |
| 1.4.1.3 Pruebas de tensión en Reino Unido | 31 |
| 1.4.1.4 Pruebas de tensión en Japón | 31 |
| 1.4.1.5 Pruebas de tensión en Taiwán | 31 |
| 1.4.2 Determinación de los riesgos y exposiciones | 32 |
| 1.4.3 Definición de escenarios | 33 |
| 1.4.4 Análisis de escenarios | 34 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 2 | Datos y Resultados | 35 |
| 2.1 | Descripción de los datos | 35 |
| 2.1.1 | Variables independientes | 36 |
| 2.1.1.1 | Variables financieras | 36 |
| 2.1.1.2 | Variables macroeconómicas | 36 |
| 2.1.2 | Variables dependientes | 37 |
| 2.2 | Análisis exploratorio | 37 |
| 2.3 | Escenario base | 41 |
| 2.3.1 | Bancos grandes | 42 |
| 2.3.2 | Bancos medianos | 67 |
| 2.3.3 | Bancos pequeños | 70 |
| 2.4 | Escenario de riesgo adverso | 73 |
| 2.4.1 | Bancos grandes | 74 |
| 2.4.2 | Bancos medianos | 77 |
| 2.4.3 | Bancos pequeños | 80 |
| 2.4.4 | Requerimientos de liquidez | 82 |
| 2.5 | Escenario de riesgo severo | 84 |
| 2.5.1 | Bancos grandes | 84 |
| 2.5.2 | Bancos medianos | 87 |
| 2.5.3 | Bancos pequeños | 91 |
| 2.5.4 | Requerimientos de liquidez | 93 |
| 3 | Conclusiones y recomendaciones | 97 |
| 3.1 | Conclusiones | 97 |
| 3.2 | Recomendaciones | 100 |
| | Referencias | 101 |
| | Apéndice 1 Marco teórico | 103 |
| 1.1 | Distribución de los coeficientes en regresión lineal | 103 |
| 1.1.1 | Intervalos de confianza | 105 |
| 1.1.2 | Pruebas de significación | 105 |
| 1.1.3 | Predicción | 106 |
| 1.2 | Validación de los residuos | 106 |
| 1.2.1 | Distribución de los residuos | 107 |
| 1.3 | Regresión múltiple | 110 |
| 1.3.1 | Tabla ANOVA | 110 |
| 1.3.2 | Distribución de los coeficientes | 110 |
| 1.4 | Comparación estimacion MCO y datos panel con efectos fijos | 114 |
| | Apéndice 2 Análisis de bancos medianos y pequeños | 121 |
| 2.1 | Escenario base | 121 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 2.1.1 Bancos medianos | 121 |
| 2.2 Bancos pequeños | 125 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----|
| 2.1 Bancos grandes: gráfico de dispersión de variables financieras . . | 39 |
| 2.2 Gráfico de dispersión de variables macroeconómicas | 41 |
| 2.3 Función de autocorrelación total -ACF | 47 |
| 2.4 Función de autocorrelación parcial - PACF | 47 |
| 2.5 Valores observados vs. valores previstos | 48 |
| 2.6 Entidad X_1 - cobertura a corto plazo y variable tasa de desempleo | 55 |
| 2.7 Entidad X_1 - cobertura a corto plazo vs. tasa de desempleo . . . | 56 |
| 1.1 Prueba de un solo coeficiente - función de densidad t-Student . | 112 |
| 1.2 Prueba para un grupo de coeficientes - Función de densidad F . | 114 |
| 1.3 Heterogeneidad entre entidades financieras | 115 |
| 1.4 Heterogeneidad entre años | 116 |
| 1.5 Valores observados vs. valores ajustados | 117 |
| 1.6 \hat{y} con variables binarias vs. rentabilidad del patrimonio | 120 |

Índice de cuadros

| | |
|---|----|
| 1.1 Tabla ANOVA | 18 |
| 1.2 Propiedades de los estimadores con modelo de efectos fijos y aleatorios | 27 |
| 2.1 Variables explicativas financieras | 36 |
| 2.2 Bancos grandes: resumen de estadísticas de variables dependien- tes y financieras independientes | 38 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.3 | Bancos grandes: matriz de correlaciones de variables financieras | 39 |
| 2.4 | Bancos grandes: resumen de estadísticas de variables macroeconómicas | 40 |
| 2.5 | Matriz de correlaciones de variables macroeconómicas | 40 |
| 2.6 | Bancos grandes: datos de panel con efectos fijos - cobertura a corto plazo vs. variables financieras | 42 |
| 2.7 | Bancos grandes: datos de panel con efectos aleatorios - cobertura a corto plazo vs. variables financieras | 43 |
| 2.8 | Bancos grandes: test de Hausman - cobertura a corto plazo vs. variables financieras | 44 |
| 2.9 | Bancos grandes: MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 45 |
| 2.10 | Bancos grandes: test de normalidad de Shapiro-Wilk | 46 |
| 2.11 | Bancos grandes: test de homocedasticidad de Breusch-Pagan | 46 |
| 2.12 | Bancos grandes: test de no autocorrelación de Durbin-Watson | 47 |
| 2.13 | Bancos grandes: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras | 49 |
| 2.14 | Bancos grandes: datos de panel con efectos aleatorios - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras | 50 |
| 2.15 | Bancos grandes: test de Hausman - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras | 50 |
| 2.16 | Bancos grandes: MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas | 51 |
| 2.17 | Bancos grandes: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista /M1 vs. variables financieras | 52 |
| 2.18 | Bancos grandes: test de Hausman - depósitos a la vista /M1 vs. variables financieras | 52 |
| 2.19 | Bancos grandes: MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas | 53 |
| 2.20 | Entidad X_1 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 54 |
| 2.21 | Entidad X_1 : MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas | 57 |
| 2.22 | Entidad X_1 : MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas | 58 |
| 2.23 | Entidad X_2 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 59 |
| 2.24 | Entidad X_2 : MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas | 60 |
| 2.25 | Entidad X_2 : MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas | 61 |

| | | |
|------|--|----|
| 2.26 | Entidad X_3 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 62 |
| 2.27 | Entidad X_3 : MCO depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas | 63 |
| 2.28 | Entidad X_3 : MCO - depósitos a la vista/ M1 vs. variables macroeconómicas | 64 |
| 2.29 | Entidad X_4 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 65 |
| 2.30 | Entidad X_4 : MCO depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas | 66 |
| 2.31 | Entidad X_4 : MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas | 67 |
| 2.32 | Bancos medianos: MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 68 |
| 2.33 | Bancos medianos: MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas | 69 |
| 2.34 | Bancos medianos: MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas | 70 |
| 2.35 | Bancos pequeños: MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 71 |
| 2.36 | Bancos pequeños: MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas | 72 |
| 2.37 | Bancos pequeños: MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas | 73 |
| 2.38 | Escenario adverso - bancos grandes: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 74 |
| 2.39 | Escenario adverso - bancos grandes: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas | 75 |
| 2.40 | Escenario adverso - bancos grandes: MCO depósitos a la vista / M1 vs. variables macroeconómicas | 76 |
| 2.41 | Escenario adverso - bancos medianos: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 77 |
| 2.42 | Escenario adverso - bancos medianos: MCO depósitos a la vista + cuasidinero /M2 vs. variables macroeconómicas | 78 |
| 2.43 | Escenario adverso - bancos medianos: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas | 79 |
| 2.44 | Escenario adverso - bancos pequeños: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 80 |
| 2.45 | Escenario adverso - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas | 81 |

| | | |
|------|---|-----|
| 2.46 | Escenario adverso - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas | 82 |
| 2.47 | Escenario adverso - requerimiento de liquidez total | 83 |
| 2.48 | Escenario adverso - requerimiento de liquidez de última instancia | 84 |
| 2.49 | Escenario severo - bancos grandes: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 85 |
| 2.50 | Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista + cuasidinero /M2 vs. variables macroeconómicas | 86 |
| 2.51 | Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas | 87 |
| 2.52 | Escenario severo - bancos medianos: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 88 |
| 2.53 | Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas | 89 |
| 2.54 | Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista / M1 vs. variables macroeconómicas | 90 |
| 2.55 | Escenario severo - bancos pequeños: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas | 91 |
| 2.56 | Escenario severo - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas | 92 |
| 2.57 | Escenario severo - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas | 93 |
| 2.58 | Escenario severo - requerimiento de liquidez total | 94 |
| 2.59 | Escenario severo - requerimiento de liquidez de última instancia | 94 |
| 1.1 | Distribución de coeficientes | 104 |
| 1.2 | Validación de residuos | 107 |
| 1.3 | Tabla ANOVA regresión múltiple | 110 |
| 1.4 | Estimación por mínimos cuadrados ordinarios | 117 |
| 1.5 | Estimación con variables binarias | 118 |
| 1.6 | Comparación: MCO y MCO con variables binarias | 119 |
| 1.7 | Estimación con efectos fijos | 120 |
| 2.1 | Bancos medianos: datos de panel con efectos fijos - cobertura a corto plazo vs. variables financieras | 122 |
| 2.2 | Bancos medianos: test de Hausman - cobertura a corto plazo vs. variables financieras | 123 |
| 2.3 | Bancos medianos: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras | 123 |
| 2.4 | Bancos medianos: test de Hausman - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras | 124 |

| | | |
|------|---|-----|
| 2.5 | Bancos medianos: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista/ M1 vs. variables financieras | 124 |
| 2.6 | Bancos medianos: test de Hausman - depósitos a la vista/M1 vs. variables financieras | 125 |
| 2.7 | Bancos pequeños: datos de panel con efectos fijos - cobertura a corto plazo vs. variables financieras | 126 |
| 2.8 | Bancos pequeños: test de Hausman - cobertura a corto plazo vs. variables financieras | 127 |
| 2.9 | Bancos pequeños: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras | 127 |
| 2.10 | Bancos pequeños: test de Hausman - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras | 128 |
| 2.11 | Bancos pequeños: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista/M1 vs. variables financieras | 129 |
| 2.12 | Bancos pequeños: test de Hausman - depósitos a la vista/M1 vs. variables financieras | 129 |

Glosario

ACF: Autocorrelation Function.

ACS: Annual Cyclical Scenario.

BHA: Bank Holding Companies.

CBC: Central Bank of China.

CCAR: Comprehensive Capital Analysis & Review.

EBA: European Banking Authority.

ESRB: European Systemic Risk Board.

FPC: Financial Policy Committee.

FSA: Financial Service Agency.

FSCC: Financial Supervisory Commission.

FSOC: Financial Stability Oversight Council.

OLS: Ordinary Least Squares.

PACF: Partial Autocorrelation Function.

POLS: Mínimos cuadrados ordinarios agrupado. Pooled OLS.

PRA: Prudential Regulation Authority.

Prueba de tensión: en el sector financiero, es una técnica de simulación empleada para determinar las reacciones de variables financieras de interés, ante diferentes escenarios poco favorables. Su objetivo principal es estudiar cómo ciertos factores afectan el desempeño de una entidad, industria o cartera específica.

VAR. Vector Autoregression model.

Introducción

A nivel internacional las pruebas de tensión constituyen una herramienta de análisis importante practicada en múltiples sectores, principalmente en el sector financiero, como elemento clave para el establecimiento de un sólido marco de gestión de riesgos.

A partir de la crisis financiera global ocurrida en 2008-2009 los organismos reguladores de los diferentes países han brindado un mayor enfoque a la aplicación de un riguroso programa de pruebas de tensión relacionadas con el riesgo de solvencia y liquidez de las principales entidades financieras.

Estas pruebas se suelen emplear para examinar cómo los shocks potenciales de condiciones de mercado adversas podrían mermar la posición de capital o liquidez de una entidad. Principalmente sirven para evaluar si una entidad está en capacidad de hacer frente a una crisis considerando los distintos umbrales regulatorios, ya que de otro modo esto podría tener repercusiones tanto para la entidad como para el sistema financiero.

Dentro del marco regulatorio las pruebas de tensión son útiles para demostrar cómo la posición de capital o liquidez de las entidades financieras cambiará con el tiempo dados los diversos escenarios de mercado y macroeconómicos desfavorables, de modo que contribuyen a la elaboración y diseño de políticas públicas que minimicen los efectos cuando alguno de estos escenarios ocurre.

Como se ha mencionado, las pruebas de tensión adecuadamente diseñadas y aplicadas pueden generar información valiosa sobre el perfil de solvencia y liquidez de las entidades financieras. Sin embargo, es importante señalar que no existe un criterio uniforme y universalmente aceptado respecto a su aplicación, con lo cual cada sistema emplea su propia metodología de evaluación.

La presente investigación se enfoca en el análisis de escenarios de tensión a través de la aplicación de modelos econométricos para determinar el efecto que tendría las variaciones de indicadores financieros y macroeconómicos sobre el Fondo de Liquidez de las entidades que conforman el Sector Financiero Privado.

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1 Estimación por mínimos cuadrados ordinarios

La estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) es una técnica dentro de los modelos lineales generalizados que se utiliza para modelar una variable respuesta o dependiente única en escala de intervalo (Y). La técnica puede aplicarse a una o más variables explicativas cuantitativas o categóricas (X 's), lo que se conoce como regresión lineal simple o múltiple respectivamente.

El principal objetivo de los modelos de regresión, como la técnica antes descrita, es comprender la relación existente entre las variables explicativas y la variable dependiente, así como predecir valores futuros de Y sobre la base de lo observado en X .

En la práctica, así como las variables independientes explican el comportamiento de la variable respuesta (parte determinista), existen aspectos no observables que también explican a la variable dependiente (ruido aleatorio), con lo cual se debe procurar una especificación correcta del modelo, de modo que los supuestos establecidos se cumplan.

Si la relación entre las variables es lineal, dicha relación se puede expresar matemáticamente, por ejemplo de la forma $Y = \alpha + \beta X$, tal que sea la que mejor se ajuste al conjunto de datos. α indica el valor de Y cuando X es igual a cero, mientras β indica la tasa de cambio media esperada, con lo cual se torna importante conocer no sólo la estimación puntual sino también el intervalo de confianza dentro del cual se espera dicha estimación.

Además de la estimación de parámetros y de sus intervalos de confianza es importante contar con un indicador de calidad respecto del ajuste del modelo a los datos, lo que se conoce como “*bondad de ajuste*”. Para ello se comparan los datos observados de la variable dependiente con los valores estimados por el modelo, la diferencia entre estos valores indica qué tanto ajusta el modelo cada punto observado, la suma al cuadrado de estas desviaciones (residuos) sobre la suma al cuadrado de la desviación total de los datos se conoce como R^2 .

1.1.1 Definición del modelo teórico

En esta sección se asume una sola variable explicativa y la señal se define de manera lineal tal que:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon \quad (1.1)$$

Donde β_0 y β_1 son parámetros de la población, es decir, valores reales pero desconocidos, mientras que ϵ corresponde al error del modelo, también desconocido.

La estimación del modelo supone linealidad, varianza constante (*homocedasticidad*), normalidad e independencia de los errores, lo que se puede expresar de la siguiente forma para todo i :

- $H_1 : E(y_i | x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i$ (Linealidad)
- $H_2 : V(y_i | x_i) = \sigma^2$ (Varianza constante)
- $H_3 : y_i | x_i \sim Normal$ (Normalidad)
- $H_4 : y_i | x_i$ y $y_j | x_j$ (Independencia)

1.1.2 Definición del modelo ajustado

El modelo ajustado se construye a partir de los datos de la muestra y se define como:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i + e_i \quad (1.2)$$

Donde los residuos (e_i) se expresan de la siguiente manera:

$$e_i = Y_i - (b_0 + b_1 X_i) \quad (1.3)$$

En este caso los valores de b_0 y b_1 son conocidos y sus valores dependen de los datos de la muestra, mientras que, como se mencionó en la sección 1.1.1, los valores de β_0 y β_1 son desconocidos, ya que corresponden a toda la población, por tanto son fijos. Es decir, a partir de los valores de b_0 y b_1 se realiza inferencia estadística sobre los verdaderos valores de estos parámetros (β_0 y β_1).

Para la estimación de estos valores se usa la técnica ya mencionada, la cual se basa en minimizar la suma de los residuos al cuadrado. Se suele utilizar esta técnica por su facilidad para ser resuelta analíticamente y responder a preguntas respecto a la media de la población a partir de la muestra. (Greene, 2011)

Los estimadores b_0 y b_1 que minimizan la suma de cuadrados son:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})Y_i}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \sum_{i=1}^n C_i Y_i \quad (1.4)$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} = \frac{\sum Y_i - b_1 \sum_{i=1}^n X_i}{n} = \sum_{i=1}^n C'_i Y_i \quad (1.5)$$

Usando este criterio de minimización se cumple que:

- b_0 y b_1 son una combinación lineal de y_i
- La línea ajustada es $\hat{Y}_i = \bar{Y} - b_1(X_i - \bar{X})$ y pasa por el punto (\bar{X}, \bar{Y})
- La media muestral de los residuos e_i es igual a cero

Como se indicó en la sección 1.1, una vez que se ha estimado el modelo es necesario probar su bondad de ajuste.

Si a este indicador de ajuste se lo define como el porcentaje de varianza que es explicado por el modelo respecto a la variabilidad total, se deduce la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (1.6)$$

De aquí, se construye la tabla ANOVA (análisis de varianza), la cual define la variabilidad total de los datos como la suma de la varianza explicada por el modelo y la varianza de los residuos:

| Variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados (Sq) | Media Sq | F |
|----------------------------------|--------------------|---|----------------------------|---------------------------|
| Varianza explicada por el modelo | $v_E = 1$ | $SQ_E = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$ | $S_E^2 = \frac{SQ_E}{1}$ | $F = \frac{S_E^2}{S_R^2}$ |
| Varianza Residual | $v_R = n - 2$ | $SQ_R = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ | $S_R^2 = \frac{SQ_R}{n-2}$ | |
| Varianza total | $v_T = n - 1$ | $SQ_T = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$ | | |

Cuadro 1.1: Tabla ANOVA

A partir de la construcción de esta tabla se define el indicador de bondad de ajuste conocido como *coeficiente de determinación* o R^2 , el cual corresponde a la razón entre la suma de cuadrados explicada por el modelo sobre la suma de cuadrados total:

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{SQ_E}{SQ_T} = \frac{SQ_T - SQ_R}{SQ_T} \\ &= 1 - \frac{SQ_R}{SQ_T} = 1 - \frac{s_R^2(n-2)}{s_Y^2(n-1)} \end{aligned} \quad (1.7)$$

De modo que el coeficiente de determinación se define como: $0 \leq R^2 \leq 1$ y corresponde al porcentaje de varianza explicada por el modelo. Siempre que el modelo sea lineal el coeficiente de determinación será el cuadrado del coeficiente de correlación. (Hayashi & Fumio, 2000)

1.2 Generalización a regresión múltiple

El modelo de estimación lineal con una variable independiente puede reescribirse para un conjunto de variables independientes en forma matricial. (McCullagh, 1989)

El modelo teórico definido en la sección 1.1.1 es:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i = E(Y_i | X_i) + \epsilon_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad (1.8)$$

Y puede ser reescrito como $\underline{Y} = \underline{X} \underline{\beta} + \underline{\epsilon}$, donde:

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \underline{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ 1 & X_n \end{bmatrix} \quad \underline{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} \quad \underline{\epsilon} = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

El modelo lineal ajustado simple es:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_i + e_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad (1.9)$$

Y es equivalente a:

$$\underline{Y} = \underline{X} \underline{b} + \underline{e} = \hat{\underline{Y}} + \underline{e} \quad (1.10)$$

Donde:

$$\underline{b} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \end{bmatrix} \quad \underline{e} = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ e_n \end{bmatrix} \quad \hat{\underline{Y}} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_1 \\ \hat{Y}_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \hat{Y}_n \end{bmatrix} \quad \hat{\underline{Y}} = \underline{X} \underline{b}$$

El vector $\hat{\underline{Y}} = \underline{X} \underline{b}$ pertenece a Ω , el subespacio generado por las columnas de la matriz $\underline{X} : \underline{1}$ y \underline{X}_1 .

Por otro lado, \underline{b} , que minimiza $SQ_R = ||e||^2$, es el vector que hace el residuo \underline{e} , ortogonal al vector de valores esperados $\hat{\underline{Y}}$ y ortogonal a las columnas de la matriz \underline{X} .

Se debe tener en cuenta que aunque la teoría acerca de la estimación de un modelo lineal múltiple es la misma que en el caso de un modelo lineal simple, en la práctica existe una infinidad de posibles modelos, de modo que aumenta el grado de complejidad para escoger el mejor de ellos e identificar datos atípicos, además la dependencia de las variables independientes hace que se complique la interpretación del modelo.

La relación entre la variable respuesta y las variables explicativas se puede modelar tal que:

$$y_i = f(x_1, x_2, \dots, x_{(p-1)i}; \beta) + \epsilon(z_{1i}, \dots) \quad (1.11)$$

Donde z representa a las variables que explican parte de la variabilidad de y_i , pero que no están incluidas en el modelo.

Por otro lado, $f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{(p-1)i}; \beta)$ es usualmente una función compleja y ϵ_i tiene una distribución que depende de z . Sin embargo, es posible aproximarla de la siguiente manera:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_{p-1} x_{(p-1)i} + \epsilon_i \quad (1.12)$$

El modelo teórico se define entonces a través de la siguiente ecuación:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_{p-1} X_{(p-1)i} + \epsilon_i \quad (1.13)$$

Donde ϵ_i tiene las mismas propiedades que el modelo lineal teórico simple.

Este modelo puede ser reescrito de forma matricial tal que:

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \underline{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & \dots & X_{p-1,1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & \dots & X_{p-1,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{p-1,n} \end{bmatrix}$$

$$\underline{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_{p-1} \end{bmatrix} \quad \underline{\epsilon} = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

$$\underline{Y} = \underline{X} \underline{\beta} + \underline{\epsilon} \quad (1.14)$$

Con rango $(\underline{X}) = p$, donde $\underline{\epsilon}$:

$$\underline{\epsilon} \approx N_n(\underline{0}; \sigma^2 \underline{I}_n)$$

Esto es, $E(\epsilon_i) = 0$, $V(\epsilon_i) = \sigma^2$, $Cov(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0$ y ϵ_i sigue una distribución normal.

El modelo ajustado también se puede reescribir tal que:

$$\begin{aligned} \underline{Y} &= \underline{X} \underline{b} + \underline{e} \\ &= \hat{\underline{Y}} + \underline{e} \\ &= b_0 \underline{1} + b_1 \underline{x}_1 + \dots + b_{p-1} \underline{x}_{p-1} + \underline{e} \end{aligned} \quad (1.15)$$

Lo que distingue el modelo ajustado del modelo teórico es que los coeficientes son conocidos y dependen de la muestra, ya que se estiman a partir de ésta. Mientras que, los parámetros de la población son desconocidos y son los que componen el modelo teórico.

Para calcular el modelo ajustado se necesita minimizar la distancia entre los valores observados para la variable dependiente y los estimados por el modelo, de modo que:

$$\begin{aligned} \underline{X}'(\underline{Y} - \underline{X} \underline{b}) &= 0 \\ \underline{X}' \underline{Y} &= \underline{X}' \underline{X} \underline{b} \end{aligned}$$

Si la matriz $\underline{X}' \underline{X}$ es invertible, el estimador por mínimos cuadrados \underline{b} es:

$$\underline{b} = (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{X}' \underline{Y}$$

Donde los coeficientes b_i son una combinación lineal de y_i .

1.3 Datos de panel

Los datos de panel o datos longitudinales son un conjunto de datos en el que el comportamiento de las entidades (empresas, individuos, países, etc.) se observa a través del tiempo.

La técnica de datos de panel permite controlar aquellas variables que no se pueden observar o medir como son: factores culturales, diferencias en las prácticas de negocio de las empresas o variables que pueden cambiar a través del tiempo, pero no a través de las entidades, por ejemplo: regulaciones federales, convenios internacionales, etc. Es decir, se toma en cuenta la heterogeneidad individual.

Estos modelos resultan útiles cuando se intuye que la variable respuesta depende de variables explicativas que no son observables, pero que están correlacionadas con las variables explicativas observadas. Si tales variables omitidas son constantes en el tiempo, los estimadores de datos de panel permiten estimar consistentemente el efecto de las variables explicativas observadas.

La técnica de datos de panel usa dos posibles modelos conocidos como: modelo de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios, la principal diferencia entre ellos es la inferencia estadística que resulta de ambos. El primero permite hacer inferencia únicamente para la muestra aleatoria sobre la cual se estimó el modelo y asume que el efecto individual está correlacionado con la variable independiente, mientras que el segundo asume una distribución normal, de modo que es posible hacer inferencia para una población grande, además asume que los efectos individuales no están correlacionados con las variables independientes. (Wooldridge, 2011)

Considerando la regresión lineal múltiple para individuos $i = 1, 2, \dots, N$, observados en varios períodos de tiempo $t = 1, \dots, T$, la especificación del modelo es:

$$y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + z'_i\gamma + c_i + u_{it} \quad (1.16)$$

Donde:

- y_{it} es la variable dependiente observada para el individuo i en el tiempo t .

- X'_{it} es un vector fila de dimensión K de los regresores variantes en el tiempo.
- z_i es un vector fila de dimensión M de los regresores invariantes en el tiempo excluyendo el término constante.
- α es el término constante.
- β es un vector columna de dimensión K de los parámetros.
- γ es un vector columna de dimensión M de los parámetros.
- c_i es el efecto individual no observable.
- u_{it} es el término de error.

Asumiendo un “panel balanceado”, es decir, cada individuo i se observa en el tiempo t , las T observaciones para el individuo i se pueden resumir como:

$$y_i = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ \vdots \\ y_{it} \\ \vdots \\ y_{iT} \end{bmatrix}_{Tx1} \quad X_i = \begin{bmatrix} x'_{i1} \\ \vdots \\ x'_{it} \\ \vdots \\ x'_{iT} \end{bmatrix}_{TxK} \quad Z_i = \begin{bmatrix} z'_i \\ \vdots \\ z'_i \\ \vdots \\ z'_i \end{bmatrix}_{TxM} \quad u_i = \begin{bmatrix} u_{i1} \\ \vdots \\ u_{it} \\ \vdots \\ u_{iT} \end{bmatrix}_{Tx1}$$

Y NT observaciones para todos los individuos y períodos de tiempo tal que:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix}_{NTx1} \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix}_{NTxK} \quad Z = \begin{bmatrix} Z_1 \\ \vdots \\ Z_i \\ \vdots \\ Z_N \end{bmatrix}_{NTxM} \quad u_i = \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_i \\ \vdots \\ u_N \end{bmatrix}_{NTx1}$$

Los supuestos del modelo son:

1. Linealidad; $y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + z'_i\gamma + c_i + u_{it}$, donde $E(u_{it}) = 0$ y $E(c_i) = 0$. El modelo es lineal en parámetros α, β, γ efecto c_i y error u_{it} .

2. Independencia; $X_i, z_i, y_{i=1}^N$ *i.i.d.* (independiente e idénticamente distribuida). Las observaciones son independientes entre los individuos, pero no necesariamente en el tiempo.
3. Exogeneidad; $E(u_{it} | X_i, z_i, c_i) = 0$. El término de error u_{it} se asume no correlacionado con las variables explicativas en ningún momento del tiempo para el mismo individuo.
4. Homocedasticidad y no autocorrelación;
 - a. $V[u_i | X_i, z_i, c_i] = \sigma_u^2 I, \sigma_u^2 > 0$ y finita
 - b. $V[u_{it} | X_i, z_i, c_i] = \sigma_{u,it}^2 > 0$, finita y $Cov[u_{it}, u_{is} | X_i, z_i, c_i] = 0 \quad \forall s \neq t$
 - c. $V[u_i | X_i, z_i, c_i] = \Omega_{u,i}(X_i, z_i)$

1.3.1 Estimación por efectos aleatorios

En el modelo de efectos aleatorios el efecto-individuo es una variable aleatoria que no está correlacionada con las variables explicativas o regresoras.

1. Efectos no relacionados; $E(c_i | X_i, z_i) = 0$. Se asume que el efecto-individuo es una variable aleatoria que no está correlacionada con las variables explicativas en ningún momento del tiempo.
2. Efecto varianza;
 - a. Homocedasticidad: $V[c_i | X_i, z_i] = \sigma_c^2 < \infty$
 - b. Heterocedasticidad: $V[c_i | X_i, z_i] = \sigma_{c,i}^2(X_i, z_i) < \infty$
3. Identificabilidad;
 - a. $rango(W) = K + M + 1 < NT$ y $E[W_i'W_i] = Q_{WW}$
 - b. $rango(W) = K + M + 1 < NT$ y $E[W_i'\Omega_{v,i}^{-1}W_i] = Q_{WOW}$

El modelo de efectos aleatorios puede ser escrito como:

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + z'_i\gamma + v_{it} \quad (1.17)$$

Donde $v_{it} = c_i + u_{it}$. Asumiendo independencia, homocedasticidad y no autocorrelación se tiene:

$$\Omega_v = V[v | X, Z] = \begin{pmatrix} \Omega_{v,1} & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & & & \vdots \\ 0 & & \Omega_{v,i} & & 0 \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & \Omega_{v,N} \end{pmatrix}_{NT \times NT} \quad (1.18)$$

$$\Omega_{v,i} = V[v_i | X_i, z_i] = \begin{pmatrix} \sigma_v^2 & \sigma_c^2 & \dots & \sigma_c^2 \\ \sigma_c^2 & \sigma_v^2 & \dots & \sigma_c^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_c^2 & \sigma_c^2 & \dots & \sigma_v^2 \end{pmatrix}_{T \times T} \quad (1.19)$$

Donde, $\sigma_v^2 = \sigma_c^2 + \sigma_u^2$.

El estimador de efectos aleatorios es el obtenido de la estimación por mínimos cuadrados generalizados factibles.

$$\begin{pmatrix} \hat{\alpha}_{RE} \\ \hat{\beta}_{RE} \\ \hat{\gamma}_{RE} \end{pmatrix} = \left(W' \hat{\Omega}_v^{-1} W \right)^{-1} W' \hat{\Omega}_v^{-1} y \quad (1.20)$$

Donde $W = [\mathbf{1}_{NT} \ X \ Z]$. La varianza del error Ω_v se asume que depende de dos elementos σ_v^2 y σ_c^2 . Para la estimación de estos dos parámetros existen varias alternativas. Por ejemplo,

$$\hat{\sigma}_v^2 = \frac{1}{NT} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N \hat{v}_{it}^2, \quad \hat{\sigma}_c^2 = \hat{\sigma}_v^2 - \hat{\sigma}_u^2 \quad (1.21)$$

Donde:

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{1}{NT - N} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N (\hat{v}_{it} - \bar{\hat{v}}_i)^2 \quad (1.22)$$

$$\hat{v}_{it} = y_{it} - \alpha_{POLS} - x'_{it} \hat{\beta}_{POLS} - z'_i \hat{\gamma}_{POLS}$$

$$\bar{\hat{v}}_i = 1/T \sum_{t=1}^T \hat{v}_{it}.$$

El estimador por efectos aleatorios es consistente y asintóticamente distribuido como una función normal bajo los supuestos anteriormente citados

cuando $N \rightarrow \infty$ y T es fijo. De esta forma se puede aproximar en muestras con muchas observaciones (N) como:

$$\begin{pmatrix} \hat{\alpha}_{RE} \\ \hat{\beta}_{RE} \\ \hat{\gamma}_{RE} \end{pmatrix} \sim N \left(\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix}, \text{var} \begin{bmatrix} \hat{\alpha}_{RE} \\ \hat{\beta}_{RE} \\ \hat{\gamma}_{RE} \end{bmatrix} \right) \quad (1.23)$$

Bajo los supuestos del modelo $\hat{\sigma}_v^2$ y $\hat{\sigma}_c^2$ son estimadores consistentes de σ_v^2 y σ_c^2 . De este modo, $\hat{\alpha}_{RE}$, $\hat{\beta}_{RE}$ y $\hat{\gamma}_{RE}$ son asintóticamente eficientes y la varianza asintótica puede ser estimada tal como:

$$\hat{V} \begin{bmatrix} \hat{\alpha}_{RE} \\ \hat{\beta}_{RE} \\ \hat{\gamma}_{RE} \end{bmatrix} = (W' \hat{\Omega}_v^{-1} W)^{-1} \quad (1.24)$$

Considerando varianzas condicionales y correlación serial en $\Omega_{v,i}$, la varianza asintótica es consistente y estimada con el estimador conocido como “clúster-covarianza robusta”, tratando a cada individuo como un grupo.

1.3.2 Estimación por efectos fijos

La estimación de datos de panel por efectos fijos es útil cuando se presenta heterogeneidad no observada en los datos, la cual es constante en el tiempo y está correlacionada con las variables independientes.

En este modelo los supuestos (1) y (2) no aplican. Respecto a la identificabilidad se cumple que:

$$\text{rank}(\ddot{X}) = K < NT, \text{ donde } \ddot{x}_{it} = x_{it} - \bar{x}_i \text{ y } \bar{x}_i = 1/T \sum_t x_{it}$$

Este supuesto asume que las variables explicativas no son perfectamente colineales y que no existen muchos valores extremos. Por tanto, x_{it} no puede incluir un término constante o alguna variable que no cambie en el tiempo. En el caso de la estimación por efectos fijos es posible identificar β , pero no α ni γ .

Al sustraer los promedios $\hat{y}_i = 1/T \sum_t y_{it}$ del modelo inicial se obtiene el modelo de datos de panel con efectos fijos:

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + z'_i\gamma + c_i + u_{it} \quad (1.25)$$

$$\ddot{y}_{it} = \ddot{x}'_{it}\beta + \ddot{u}_{it} \quad (1.26)$$

Donde $\ddot{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}_i$, $\ddot{x}_{itk} = x_{itk} - \bar{x}_{ik}$ y $\ddot{u}_{it} = u_{it} - \bar{u}_i$.

El estimador de efectos fijos del coeficiente de la pendiente β estima el modelo por *OLS*:

$$\hat{\beta}_{FE} = (\ddot{X}'\ddot{X})^{-1}\ddot{X}'\ddot{y} \quad (1.27)$$

En este modelo por tanto no se estima ni α ni γ .

Asumiendo homocedasticidad y no correlación serial, la varianza se estima como:

$$\hat{V}[\hat{\beta}_{FE} | X] = \sigma_u^2(\ddot{X}'\ddot{X})^{-1} \quad (1.28)$$

Donde $\hat{\sigma}_u^2 = \hat{u}'\hat{u}/(NT - N - K)$ y $\hat{u}_{it} = \ddot{y}_{it} - \ddot{x}'_{it}\hat{\beta}_{FE}$

1.3.3 Prueba de Hausman

El contraste de Hausman es una prueba chi cuadrado que determina si la diferencia entre dos estimaciones es sistemática y significativa.

La elección del modelo en los datos de panel debe basarse en información sobre los componentes específicos de cada individuo y la exogeneidad de las variables independientes. Esta prueba se basa en probar si el modelo de efectos fijos o aleatorios es apropiado, identificando la presencia de endogeneidad en las variables explicativas.

| Criterio | Con modelo de efectos fijos | Con modelo de efectos aleatorios |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|
| $H_0 = Cov(\alpha_i, x_{it}) = 0$ Exogeneidad | Consistente y eficiente | Consistente e ineficiente |
| $H_0 = Cov(\alpha_i, x_{it}) \neq 0$ Endogeneidad | Inconsistente | Consistente y posiblemente eficiente |

Cuadro 1.2: Propiedades de los estimadores con modelo de efectos fijos y aleatorios

Cuando se utiliza adecuadamente el modelo de efectos aleatorios, éste arroja las mejores estimaciones lineales insesgadas (BLUE). Sin embargo, si existe correlación entre el término de error del modelo de efectos aleatorios y las variables independientes, sus estimaciones serían inconsistentes y, por

tanto, el modelo de efectos fijos sería preferible al modelo de efectos aleatorios. El componente específico del individuo podría estar correlacionado con las variables independientes en el modelo de efectos aleatorios si hay variables omitidas, ante lo cual el modelo de efectos fijos es robusto. Este último arroja estimaciones no siempre eficientes pero sí consistentes.

Dicho de otro modo, si no existe correlación entre los regresores y los efectos, tanto las estimaciones por efectos fijos como por efectos aleatorios serán consistentes, pero la estimación por efectos aleatorios será además eficiente. Si existe correlación, la estimación por efectos aleatorios deja de ser consistente y por tanto se escoge la estimación por efectos fijos.

Bajo la hipótesis nula de no correlación no deberían existir diferencias entre las dos estimaciones tal que:

H_0 : Diferencia entre coeficientes no es sistemática, no existe correlación entre el término de error y las variables independientes.

$$Cov(\alpha_i, x_{it}) = 0$$

H_1 : $\neg H_0$ (La correlación entre el término de error y las variables independientes es estadísticamente significativa)

$$Cov(\alpha_i, x_{it}) \neq 0$$

De este modo, la covarianza entre un estimador eficiente y otro que no lo es debería ser cero. Bajo la hipótesis nula el estadístico de prueba es:

$$H = (\hat{\beta}_{RE} - \hat{\beta}_{FE})' [V(\hat{\beta}_{RE}) - V(\hat{\beta}_{FE})]^{-1} (\hat{\beta}_{RE} - \hat{\beta}_{FE}) \sim \chi^2(k)$$

Donde $\hat{\beta}_{RE}$ y $\hat{\beta}_{FE}$ son los vectores de los coeficientes de estimación para el modelo de efectos aleatorios y fijos, respectivamente. Este estadístico de prueba sigue entonces una distribución $\chi^2(k)$ bajo la hipótesis nula. Los grados de libertad k igualan el número de factores.

Este estadístico se contrasta con el valor crítico para la distribución χ^2 con k grados de libertad. Se rechaza la hipótesis nula siempre que el estadístico de prueba sea superior al valor crítico, lo cual implica que se escoge la estimación por efectos fijos por ser consistente.

1.4 Pruebas de tensión

Las pruebas de tensión o estrés son técnicas de simulación de uso frecuente en la industria bancaria, suponen ciertos escenarios hipotéticos, basados en la predicción o en el comportamiento histórico de ciertas variables.

En general estas pruebas se suelen utilizar para determinar cómo ciertos factores de estrés afectan a una empresa, industria o cartera en particular. Específicamente, en las carteras de activos y pasivos se suele utilizar la simulación de diferentes escenarios financieros. (Association, 2013)

1.4.1 Entorno internacional

Estas pruebas son utilizadas por los reguladores alrededor del mundo como un mecanismo para determinar la estabilidad financiera de los bancos bajo condiciones desfavorables y; a raíz de la crisis financiera de los años 2008-2009 se han convertido en una herramienta micro y macroprudencial clave dentro del ámbito de la gestión de riesgos. Sin embargo, actualmente dichas pruebas son aplicadas en los distintos países bajo diferente metodología y enfoque.

A continuación se presenta una visión global sobre las pruebas de resistencia llevadas a cabo por los principales reguladores financieros en el contexto internacional.

1.4.1.1 Pruebas de tensión en Estados Unidos

La crisis financiera mundial de 2008 trajo consigo las reformas financieras más importantes desde la Gran Depresión de 1930. En Estados Unidos, la mayor parte de esta nueva regulación se llevó a cabo tras la aprobación de la Reforma Dodd - Frank Wall Street y Ley de protección al consumidor (Ley Dodd Frank - DFA) en 2010. Una de las numerosas disposiciones de esta ley pretendía mejorar la estabilidad de los EE.UU. a través de la implementación de las “*pruebas de tensión o resistencia*”, lo cual les permitiría entender, tanto a los reguladores como a los miembros directivos de la industria bancaria, lo que sucedería si las entidades financieras fueran sometidas a excepcionales, pero posibles, perturbaciones económicas.

Bajo esta ley se realiza anualmente la evaluación de los bancos y sociedades financieras con activos consolidados mayores a US\$ 50 mil millones y de las entidades no financieras designadas por el Consejo de Supervisión de

Estabilidad Financiera (FSOC por sus siglas en inglés) para supervisión de la Reserva Federal. Esta evaluación se relaciona con los dos siguientes programas:

- **Análisis integral de capital:** (CCAR por sus siglas en inglés). Programa de supervisión que evalúa de forma cuantitativa y cualitativa, el proceso de adecuación y distribución de capital tales como: pago de dividendos y recompra de acciones bajo escenarios de tensión. Como parte de este análisis, se evalúa también si los bancos y sociedades financieras cuentan con capital suficiente para continuar sus operaciones bajo condiciones de tensión tanto económicas como financieras.
- **Dodd Frank Act Supervisory Stress Testing:** cada banco o sociedad financiera debe realizar pruebas de tensión bajo las mismas condiciones y realizar pruebas de escenario cíclicas bajo condiciones propuestas por cada entidad.

1.4.1.2 Pruebas de tensión en la Unión Europea

En Europa la Autoridad Bancaria Europea (EBA por sus siglas en inglés) tiene como responsabilidad garantizar el correcto funcionamiento y estabilidad del sistema financiero europeo, con lo cual debe supervisar y evaluar la evolución del mercado, identificar tendencias, riesgos potenciales y puntos de vulnerabilidad financiera. Para cumplir este fin, uno de los principales instrumentos es el uso de las pruebas de resistencia, las cuales se realizan en cooperación con la Junta Europea de Riesgo Sistémico (ESRB por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es evaluar la resistencia de las entidades financieras a situaciones adversas del mercado y contribuir a la evaluación global del riesgo sistémico del sistema financiero en la Unión Europea. (Bandt, Bruneaub, & Amri, 2008)

La prueba de estrés está diseñada de tal modo que se compara y evalúa la resistencia de los bancos de la Unión Europea bajo el mismo enfoque de análisis. Para la Eurozona, dichas pruebas se llevan a cabo sobre una muestra de bancos que cubren el 70 % del sector bancario nacional. Respecto a la No-Eurozona, estas pruebas se realizan considerando los bancos con activos consolidados mayores a 30 mil millones de euros. Se diseña bajo una línea base común macroeconómica y un escenario adverso.

1.4.1.3 Pruebas de tensión en Reino Unido

Desde 2013 el Comité de Políticas Financieras en Reino Unido (FPC por sus siglas en inglés) ha recomendado realizar de manera periódica pruebas de tensión para evaluar el sistema bancario británico y la solvencia de las entidades financieras. Esta práctica pretende dar soporte a la Autoridad de Regulación Prudencial (PRA por sus siglas en inglés) en el cumplimiento de sus objetivos estatutarios. En diciembre de 2014, los primeros resultados de las pruebas exploraron muchos puntos vulnerables en el sector de los hogares en Reino Unido. Además, se diseñó escenarios para evaluar específicamente la resistencia de los bancos y sociedades de la construcción. En 2015 el enfoque fue mucho más amplio y se llevó a cabo la prueba anual de escenario cíclico (ACS por sus siglas en inglés). Estas pruebas son diseñadas y calibradas bajo la dirección del FPC y PRA y cubre a los siete bancos más grandes en Reino Unido y sociedades de construcción que son: Barclays plc, HSBC Holdings plc, Lloyds Banking Group plc, Nationwide Building Society, The Royal Bank of Scotland Group plc, Santander UK plc y Standard Chartered plc.

1.4.1.4 Pruebas de tensión en Japón

El Banco de Japón lleva a cabo pruebas de tensión a nivel macro para evaluar la estabilidad financiera de este país mediante la captura de riesgos que pueden ser materializados en entidades financieras y la simulación de rentabilidad de las entidades financieras bajo escenarios de tensión.

Estas pruebas emplean el modelo macroeconómico financiero, el cual tiene dos características principales: 1) incorpora el sector financiero y económico y considera el ciclo de retroalimentación entre los sectores, 2) analiza tanto las variables agregadas como las variables propias de cada entidad financiera, tales como solvencia y rentabilidad.

1.4.1.5 Pruebas de tensión en Taiwán

La autoridades bancarias de Taiwan, la Comisión de Supervisión Financiera (FSC por sus siglas en inglés), el Banco Central de la República de China (CBC por sus siglas en inglés), la Asociación de Banqueros de la República de China (Taiwán) y el Centro de Información de Crédito son responsables de la supervisión de las pruebas de tensión de las entidades financieras locales.

En 2010 el CBC estableció una prueba de tensión de riesgos de mercado para medir los efectos de las diferentes crisis para cada entidad financiera y los ratios de capital utilizando sus exposiciones de mercado para evaluar sus capacidades generadoras de riesgos en condiciones normales. Se construyó un modelo macroeconómico mediante un análisis de vector autorregresivo (VAR por sus siglas en inglés).

En 2011 CBC desarrolló además un marco para realizar pruebas de tensión respecto al riesgo de crédito del sector bancario en Taiwán. Se usó un modelo econométrico para analizar la correlación entre las tasas de incumplimiento de los portafolios y variables macroeconómicas relevantes tales como crecimiento del PIB real, exportaciones, tasas de interés, precios de propiedades y tasas de desempleo.

De este modo, la prueba de estrés ha emergido como un instrumento de uso común en el conjunto de herramientas de supervisión financiera y regulación.

1.4.2 Determinación de los riesgos y exposiciones

Este proceso analítico consiste en realizar una serie de pruebas a un portafolio compuesto por los clientes asegurados por una entidad bancaria, o en el caso de la COSEDE, compuesto por las entidades financieras como tal, diseñado para estudiar el desempeño de dicha cartera o portafolio en condiciones adversas extremas y consecuentemente estimar los riesgos potenciales (efectos) que podrían tener estos eventos desfavorables pero plausibles.

Estas pruebas resultan útiles desde la perspectiva del ente regulador y de la entidad financiera, ya que al primero le permite implementar medidas cuando los efectos de los escenarios de tensión se traducen en un círculo que involucra a los mercados financieros y la economía real de un país. Mientras que al segundo le permite identificar las concentraciones de riesgo, medir el impacto que tendría una réplica de los peores escenarios históricos, entre otros.

La primera etapa consiste en la determinación de las vulnerabilidades más relevantes, las cuales deben seleccionarse con base en la situación económica del país y las entidades que conforman la cartera, además de ciertos aspectos propios de cada entidad, como por ejemplo las principales fuentes de

financiamiento.

En general el diseño de pruebas de tensión es un proceso iterativo en donde los factores de riesgo detectados al principio pueden tener un impacto relativamente débil o gran impacto dependiendo de la exposición a ellos.

Por otro lado, es importante definir el alcance de las pruebas, es decir, las entidades que serán incluidas en el análisis y las exposiciones a considerar.

Generalmente las exposiciones que suelen cubrirse son:

1. Riesgo de crédito.
2. Riesgo de mercado.
3. Riesgo de liquidez.
4. Riesgo de contagio bancario.

1.4.3 Definición de escenarios

En este punto se define los diferentes escenarios a considerar en el análisis, así como las variables de interés sobre las cuales se determinará los efectos que tendrán variaciones porcentuales de las variables explicativas, dichos efectos pueden provenir tanto de variables macroeconómicas o de mercado, como de variables financieras propias del sector.

Los movimientos en las variables de mercado pueden ser: crecimiento del PIB real, tasas de interés, tasa de desempleo, entre otras.

Los movimientos en las variables financieras pueden estar relacionados con la gestión, rentabilidad, calidad de activos o liquidez de las entidades. En el presente estudio, el grupo de variables de interés es el de indicadores de liquidez y sus relaciones con las variables macroeconómicas, es decir, qué tan sensibles son estos indicadores a cambios en estas variables.

Las pruebas de tensión suelen ser particularmente útiles si se llevan a cabo con regularidad, de hecho, pueden proporcionar información valiosa sobre cambios en el perfil de riesgo de las entidades a lo largo del tiempo.

Sin embargo, respecto a la interpretación de los resultados se debe tener en cuenta que esta herramienta presenta ciertas limitaciones, como son:

- Gran margen de incertidumbre.
- Los resultados dependen de la especificación del modelo que se utilice.
- No es posible captar todo el rango de interacciones entre los factores de riesgo y las exposiciones.

1.4.4 Análisis de escenarios

Los escenarios deben ser relevantes, realistas y confiables y pueden responder a: eventos históricos o hipotéticos.

Eventos históricos

- Los eventos históricos pueden calibrarse considerando el cambio más grande que ha tenido una variable macroeconómica en los últimos años.
- Escenarios históricos extremos, por ejemplo: crisis financiera reciente.

Emplear este tipo de escenarios suele ser intuitivamente atractivo. Sin embargo, es necesario destacar que:

- La probabilidad de que se repita un evento del pasado puede ser cuestionable.
- Los instrumentos presentes en dicho escenario pueden no ser los mismos o haber cambiado significativamente en el tiempo en que se realiza la prueba.

Eventos hipotéticos

Los eventos hipotéticos también resultan atractivos en virtud de que:

- Pueden ser más realistas, específicamente si la estructura financiera cambió considerablemente.
- Formulación más flexible de los eventos potenciales.
- Visión previsor.
- Se pueden plantear escenarios que representarían los mayores desajustes para las variables de interés.

Capítulo 2

Datos y Resultados

2.1 Descripción de los datos

En esta sección se define las variables consideradas en el estudio, así como el conjunto de entidades financieras sobre el cual se analizó e interpretó los resultados obtenidos, tanto en la estimación de los modelos econométricos como en el análisis propio de pruebas de tensión para medir los efectos de los cambios en las variables de interés dentro de cada escenario.

Se utilizó información referente al subsistema de bancos privados clasificado según su tamaño en: grandes, medianos y pequeños, con periodicidad mensual desde enero de 2007 hasta junio de 2016, con un total de 114 observaciones por cada entidad financiera.

La estimación de los modelos de regresión se realizó en dos partes. Para la primera parte se relacionó las variables de liquidez con otras variables de tipo financieras propias de cada entidad segregando por tamaño, se empleó la estimación por efectos fijos y aleatorios con datos de panel y se comparó estadísticamente ambos modelos (test de Hausman) para seleccionar uno de ellos.

En lo que respecta a la segunda parte se estimó modelos de regresión lineal para relacionar las variables de liquidez con variables macroeconómicas, para ello se ponderó todas las variables por el total de activos obteniendo una serie por variable para cada tamaño de entidad financiera. Estos modelos se estimaron en los tres escenarios considerados en el presente análisis para cuantificar los efectos de las variables independientes en las variables de liquidez.

Además, se estimó los modelos econométricos para cada uno de los bancos grandes considerando los tres ratios de liquidez como variables respuesta y las variables macroeconómicas como independientes, con el objetivo de evidenciar si el impacto que estas variables tienen sobre cada entidad difiere entre sí.

2.1.1 Variables independientes

El conjunto de variables independientes se puede dividir en dos grupos: 1) ratios financieros e 2) información macroeconómica del país.

2.1.1.1 Variables financieras

Las variables financieras seleccionadas en el modelo responden a los criterios de: calidad de activos, solvencia, gestión y rentabilidad. Estos son:

| Criterio | Variable | Fórmula |
|--------------------|--|--|
| Calidad de Activos | Improductividad de activos (improd_activos) | $Activos\ improductivos / Activo\ total$ |
| Solvencia | Vulnerabilidad del patrimonio (vul_patrimonio) | $Cartera\ improductiva\ descubierta / Patrimonio + Resultados$ |
| Gestión | Grado de absorción (grado_ absorción) | $Gastos\ operativos / Margen\ neto\ financiero$ |
| Rentabilidad | Spread (spread) | $Tasa\ activa\ implícita / Tasa\ pasiva\ implícita$ |

Cuadro 2.1: Variables explicativas financieras

En el presente estudio se decidió trabajar con las variables en términos de porcentaje en lugar de ratios para facilitar la interpretación y en este sentido, es importante señalar que la determinación de la escala a utilizar para las variables explicativas es arbitraria, ya que las conclusiones del modelo no se ven alteradas. En muchas ocasiones la escala se suele cambiar por razones didácticas o cuando el modelo tiene problemas para converger. Sin embargo, en general, este aspecto no resulta ser un inconveniente.

2.1.1.2 Variables macroeconómicas

En las pruebas de tensión no solo es importante evaluar los efectos de las variables financieras como por ejemplo la rentabilidad, sino también el impacto de las condiciones macroeconómicas, en este caso sobre los ratios de liquidez. Para ello, después de un análisis exploratorio de estas variables, se seleccionó a cinco de ellas:

- Variación mensual del Índice de Actividad Económica Coyuntural (var_ideac).¹
- Tasa de inflación mensual. Variación del Índice de Precios al Consumidor (inflación).
- Variación mensual del precio del petróleo (var_precio_petróleo).²
- Tasa de desempleo mensual (tasa_desempleo).
- Tasa de interés activa mensual (tasa_interés).³

Es necesario indicar que también se incluyó en el análisis las variables con sus rezagos en $t - 1$, $t - 3$, $t - 6$ y $t - 12$, evaluando su selección dentro de los modelos de acuerdo a su significación estadística.

2.1.2 Variables dependientes

Las variables dependientes consideradas en el presente estudio corresponden a indicadores de liquidez y son:

- Cobertura a corto plazo (cob_corto_plazo); fondos disponibles sobre depósitos a la vista más operaciones de reporto más depósitos a plazo hasta 90 días.
- Depósitos a la vista sobre oferta monetaria (M1) (dv_om).
- Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total (M2) (dvc_d.lt).

2.2 Análisis exploratorio

Previo a la estimación de los modelos probabilísticos se realiza el análisis exploratorio de los datos con el fin de evidenciar posibles relaciones entre las variables.

¹En virtud de que el PIB real del Ecuador se calcula de manera trimestral, se prefiere evitar problemas de autocorrelación a través de la imputación de datos faltantes con la técnica del Filtro del Kalman.

²Banco Central del Ecuador, Indicadores económicos, Septiembre de 2016, www.contenido.bce.fin.ec/resumen.ticker.php?ticker_value=petroleo

³Banco Central del Ecuador, Publicaciones estadísticas, Sector monetario y financiero, Julio de 2016, www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/754

Tanto el análisis exploratorio como la estimación de los modelos econométricos se realizó según el tamaño de las entidades financieras que conforman el subsistema. Sin embargo, para efectos explicativos se describe la estimación de los modelos con datos de panel para los bancos grandes (con variables financieras). A continuación se presenta un resumen estadístico de estas variables:

| | cob_corto_plazo | dv_om | dved_lt | vul_patrimonio | grado_absorción | spread | improd_activos |
|----------------|-----------------|--------|---------|----------------|-----------------|--------|----------------|
| Mínimo | 12.27 | 45.48 | 3.29 | -53.90 | 50.81 | 3.14 | 9.98 |
| 1er cuantil | 24.81 | 67.81 | 4.87 | -28.24 | 75.02 | 8.28 | 17.59 |
| Mediana | 30.17 | 74.01 | 5.62 | -8.54 | 81.39 | 8.89 | 20.56 |
| Media | 29.66 | 95.80 | 7.96 | -17.54 | 82.34 | 8.89 | 20.32 |
| 3er cuartil | 34.45 | 106.88 | 12.53 | -4.60 | 88.29 | 9.81 | 23.51 |
| Máximo | 56.04 | 192.60 | 30.62 | 1.83 | 192.21 | 11.69 | 31.41 |
| Desv. estándar | 7.71 | 43.27 | 5.02 | 15.63 | 13.13 | 1.67 | 4.49 |

Cuadro 2.2: Bancos grandes: resumen de estadísticas de variables dependientes y financieras independientes

Los primeros tres indicadores del cuadro 2.2 son los ratios de liquidez, es decir, las variables consideradas respuesta o dependientes, mientras que las cuatro siguientes son las variables financieras independientes, las cuales responden a los criterios de solvencia, gestión, rentabilidad y calidad de activos. Del cuadro se desprende que casi todas las variables muestran gran variabilidad debido a que se aprecian grandes diferencias entre los valores centrales y los máximos.

La desviación estándar muestra que la variable con mayor variabilidad es la variable dependiente *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* (43.27), seguida de la variable financiera *vulnerabilidad del patrimonio* (15.63).

El siguiente cuadro permite identificar la existencia de altas correlaciones entre las variables predictoras, ya que valores altos de esta medida podrían indicar un problema de multicolinealidad, el cual se da cuando dos o más variables independientes en el modelo se determinan aproximadamente por una combinación lineal de otras variables independientes del mismo modelo, lo que podría conducir a estimaciones poco fiables.

A continuación se presenta la matriz de correlaciones de las variables independientes financieras.

| | vul_patrimonio | grado_absorción | spread | improd_activos |
|-----------------|----------------|-----------------|--------|----------------|
| vul_patrimonio | 1 | -0.130 | -0.305 | -0.545 |
| grado_absorción | | 1 | 0.266 | 0.200 |
| spread | | | 1 | 0.072 |
| improd_activos | | | | 1 |

Cuadro 2.3: Bancos grandes: matriz de correlaciones de variables financieras

En este caso se observa que las correlaciones entre las variables independientes son relativamente bajas, siendo la más alta -0.55 entre *improductividad de activos* y *vulnerabilidad del patrimonio* y la más baja 0.07 entre *spread* e *improductividad de activos*.

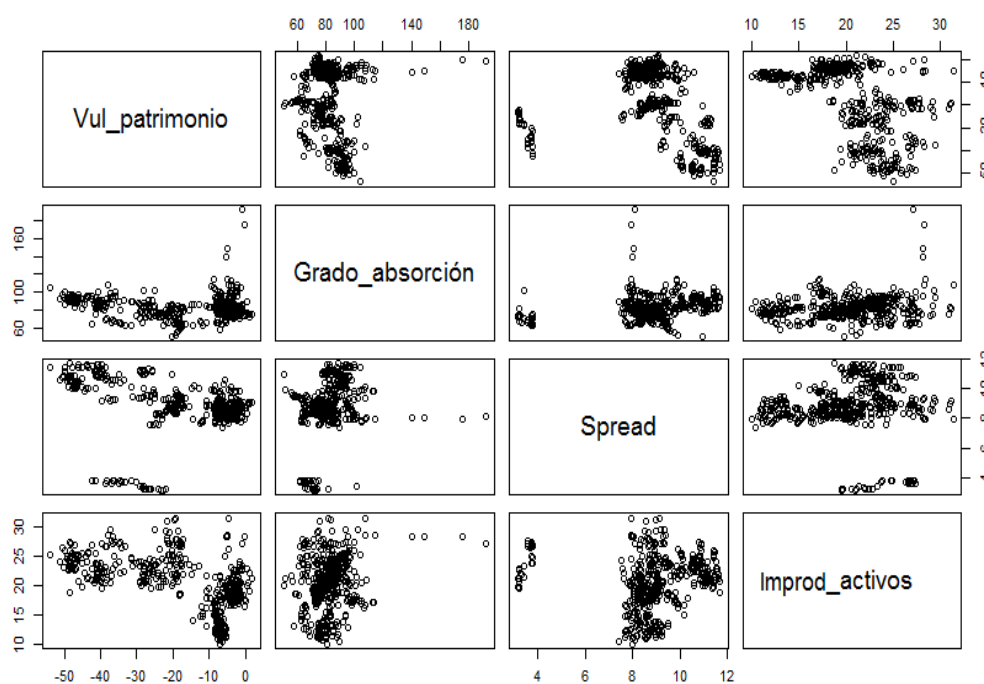


Figura 2.1: Bancos grandes: gráfico de dispersión de variables financieras

En las figuras anteriores se visualiza gráficamente la relación entre las variables financieras predictoras. Por ejemplo, en el cuadro 2.3 la correlación entre *improductividad de activos* y *vulnerabilidad del patrimonio* es -0.55 . Dicha relación se confirma gráficamente en la figura 2.1, en donde los puntos

se asemejan a una línea recta (en la medida en que se aprecie claramente la línea recta, la correlación lineal entre las variables será mayor) y se observa que a niveles altos de *vulnerabilidad del patrimonio*, los niveles de *improductividad de activos* son bajos y viceversa, esto indica que la relación entre ambas variables es negativa.

A continuación se presenta los mismos estadísticos descriptivos para las variables macroeconómicas:

| | inflación | var_precio_petróleo | var_ideac | tasa_desempleo | tasa_interés |
|-------------|-----------|---------------------|-----------|----------------|--------------|
| Mínimo | -0.30 | -28.25 | -3.21 | 4.54 | 7.31 |
| 1er cuartil | 0.11 | -4.46 | -0.47 | 5.02 | 8.17 |
| Mediana | 0.29 | 1.28 | 1.25 | 6.21 | 8.70 |
| Media | 0.35 | 0.26 | 1.20 | 6.31 | 8.83 |
| 3er cuartil | 0.57 | 6.45 | 2.63 | 7.30 | 9.22 |
| Máximo | 1.52 | 23.85 | 5.60 | 9.10 | 10.92 |

Cuadro 2.4: Bancos grandes: resumen de estadísticas de variables macroeconómicas

La variable que presenta mayor rango es la *variación del precio de petróleo* (mín. -28.25, máx. 23.85). En el siguiente cuadro se muestra las correlaciones de estas variables. Sin embargo, otras variables como *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* muestran poca diferencia entre la media y la mediana de los datos, lo cual da indicios de que no existen muchos valores extremos.

| | inflación | var_precio_petróleo | var_ideac | tasa_desempleo | tasa_interés |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------|--------------|
| inflación | 1 | 0.106 | -0.036 | 0.049 | 0.255 |
| var_precio_petróleo | | 1 | 0.122 | 0.089 | 0.219 |
| var_ideac | | | 1 | -0.067 | -0.082 |
| tasa_desempleo | | | | 1 | 0.624 |
| tasa_interés | | | | | 1 |

Cuadro 2.5: Matriz de correlaciones de variables macroeconómicas

Como se observa en el cuadro 2.5 las correlaciones entre las variables macroeconómicas incluidas en el análisis son relativamente bajas, siendo la más alta entre *tasa de interés* y *tasa de desempleo* (0.62).

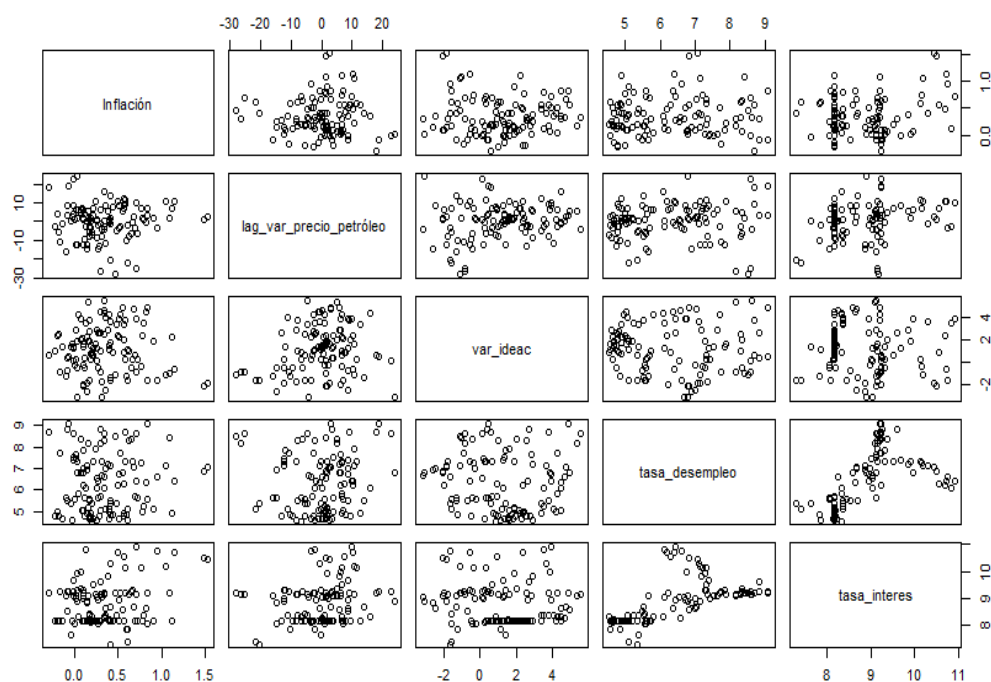


Figura 2.2: Gráfico de dispersión de variables macroeconómicas

Las mismas relaciones se presentan gráficamente en la figura 2.2, se aprecia que en ningún caso la relación es fuerte entre ellas, a excepción de la correlación entre *tasa de interés* y *tasa de desempleo*, ya que se visualiza una forma similar a la de una línea recta.

2.3 Escenario base

En este escenario se segregó el conjunto de datos por tamaño de entidad financiera y se desarrolló el análisis en dos partes: (1) estimación de los modelos econométricos con datos de panel para las variables financieras, (2) estimación por mínimos cuadrados ordinarios con las variables macroeconómicas.

En los dos análisis interesa conocer las relaciones entre las variables de liquidez de las entidades financieras respecto a las variables financieras y macroeconómicas. Dichas variables de liquidez son: *cobertura a corto plazo*, *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*, y *depósitos a la*

vista sobre oferta monetaria.

Para la estimación con datos de panel se consideró como variables financieras independientes las presentadas en el análisis exploratorio y son: *vulnerabilidad del patrimonio* (solvencia), *grado de absorción* (gestión), *spread* (rentabilidad) e *improductividad de activos* (calidad de activos).

2.3.1 Bancos grandes

A continuación se presenta la estimación por datos de panel con efectos fijos para bancos grandes considerando como variable dependiente la *cobertura a corto plazo*.

Cobertura a corto plazo

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|--|-------------------------|
| cobertura a corto plazo | |
| vul_patrimonio | 0.315*** (0.021) |
| grado_absorción | 0.122*** (0.023) |
| spread | -0.234 (0.176) |
| improd_activos | 0.299*** (0.074) |
| Observaciones | 456 |
| R ² | 0.491 |
| R ² ajustado | 0.364 |
| Estadístico F | 81.405*** (df = 4; 338) |
| <i>Nota:</i> *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 | |

Cuadro 2.6: Bancos grandes: datos de panel con efectos fijos - cobertura a corto plazo vs. variables financieras

Con esta técnica econométrica es necesario realizar también la estimación con efectos aleatorios:

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|------------------------------|-----------------------------|
| cobertura a corto plazo | |
| vul_patrimonio | 0.280*** (0.021) |
| grado_absorción | 0.087*** (0.022) |
| spread | -0.222 (0.175) |
| improd_activos | 0.126* (0.073) |
| constante | 26.865*** (2.415) |
| | |
| Observaciones | 456 |
| R ² | 0.382 |
| R ² ajustado | 0.378 |
| Estadístico F | 69.789*** (df = 4; 451) |
| | |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.7: Bancos grandes: datos de panel con efectos aleatorios - cobertura a corto plazo vs. variables financieras

El criterio estadístico utilizado para seleccionar entre los dos modelos es la prueba de Hausman cuya hipótesis alternativa señala que el modelo por efectos aleatorios no es consistente.

| | | |
|---|-------|---------------------|
| Test de Hausman | | |
| $\chi^2 = 84.186$ | df= 4 | p-value = < 2.2e-16 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.8: Bancos grandes: test de Hausman - cobertura a corto plazo vs. variables financieras

En este caso el valor plausible es muy bajo, con lo cual se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa y se escoge la estimación por efectos fijos.

En el cuadro 2.6 se observa que todas las variables muestran una relación positiva con la variable respuesta a excepción de la variable de rentabilidad, la cual para este caso no resultó significativa.

Respecto a la bondad de ajuste en los modelos de efectos fijos interesa el R^2 dentro de los grupos, presentado en el cuadro 2.6. Es importante mencionar que el hecho de que el R^2 sea alto o bajo influye en la variabilidad de los datos alrededor de las líneas de regresión, si es alto se espera un error estándar relativamente pequeño, mientras que si el ajuste es bajo, el error estándar será grande. Sin embargo, la significación, magnitud y signo de la estimación de los coeficientes que acompañan a las variables explicativas se mantienen incluso cuando el R^2 es bajo, es decir, la relación entre las variables independientes y la variable respuesta sigue siendo la estimada por el modelo.

Para la estimación de las relaciones entre los ratios de liquidez y las variables macroeconómicas se empleó el modelo de regresión lineal, ya que al compartir todas las entidades financieras las mismas variables macroeconómicas durante el período de estudio, no existe variabilidad para realizar la estimación por datos de panel.

Como se mencionó anteriormente, también se consideró los rezagos de las variables para los períodos $t - 1$, $t - 3$, $t - 6$ y $t - 12$, con el fin de analizar si las variables retrasadas un mes, trimestre, un semestre y un año, tienen un efecto en la economía. De modo que las variables macroeconómicas incluidas en el estudio se seleccionaron según su significación estadística.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 1.300 (1.163) |
| var_ideac | 0.093 (0.200) |
| tasa_interés | 3.907*** (0.521) |
| tasa_desempleo | 0.066 (0.110) |
| lag3_var_precio_petróleo | 0.017 (0.021) |
| constante | -7.042 (4.564) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.427 |
| R ² ajustado | 0.400 |
| Error residual estándar | 3.981 (df = 108) |
| Estadístico F | 16.095*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.9: Bancos grandes: MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

El cuadro 2.9 muestra que la *tasa de interés* resultó estadísticamente significativa en el modelo, con una relación positiva respecto a variaciones en la *cobertura a corto plazo*, es decir, incrementos en esta variable se asocia con aumentos de la variable dependiente. Aunque intuitivamente reducciones de la tasa de interés están asociados con reducciones del ahorro, por tanto mayor liquidez, la teoría keynesiana sugiere que en realidad cuando se producen reducciones de la tasa de interés, los inversores prefieren atesorar dinero en lugar de colocarlo, debido a las expectativas de que en el futuro la tasa de interés suba, ocasionando que se reduzca la liquidez.

Un incremento de 1% en la *tasa de interés* se relaciona con un aumento de 3.91% en la *cobertura a corto plazo* de los bancos grandes.

Validación de residuos

Para realizar inferencia estadística respecto a los coeficientes es necesario validar los supuestos del modelo econométrico con los valores de los residuos: linealidad, normalidad, homocedasticidad y no autocorrelación.

En los siguientes cuadros se presenta los resultados de las pruebas estadísticas realizadas para validar los residuos del modelo que considera como variable dependiente la *cobertura a corto plazo* respecto a las variables macroeconómicas⁴.

| | |
|---|------------------|
| Test de Shapiro-Wilk | |
| $w = 0.99102$ | p-value = 0.6635 |
| Hipótesis nula: La distribución es normal | |

Cuadro 2.10: Bancos grandes: test de normalidad de Shapiro-Wilk

La prueba de normalidad arroja un valor plausible superior al nivel de significación, con lo cual no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de que los residuos siguen una distribución normal.

| | |
|--|------------------|
| Test de Breusch -Pagan | |
| $BP = 4.0637, df=5$ | p-value = 0.5403 |
| Hipótesis nula: los datos son homocedásticos | |

Cuadro 2.11: Bancos grandes: test de homocedasticidad de Breusch-Pagan

El valor p de la prueba de varianza constante es 0.54, mucho mayor al nivel de significación, por lo que no se rechaza H_0 , es decir, no se rechaza la hipótesis de homocedasticidad de los residuos del modelo.

⁴La validación de los residuos se ha realizado para todos los modelos estimados.

| | |
|--|------------------|
| Test de Durbin Watson | |
| $DW = 2.0911$ | p-value = 0.5529 |
| Hipótesis nula: no existe autocorrelación en los datos | |

Cuadro 2.12: Bancos grandes: test de no autocorrelación de Durbin-Watson

Finalmente, la prueba de no autocorrelación de Durbin Watson arroja un valor p igual a 0.55, es decir, no existe evidencia estadística para rechazar H_0 en favor de H_1 , no se puede afirmar que los residuos presenten una estructura de autocorrelación. Esto también se puede comprobar con los gráficos de las funciones de autocorrelación total y parcial.

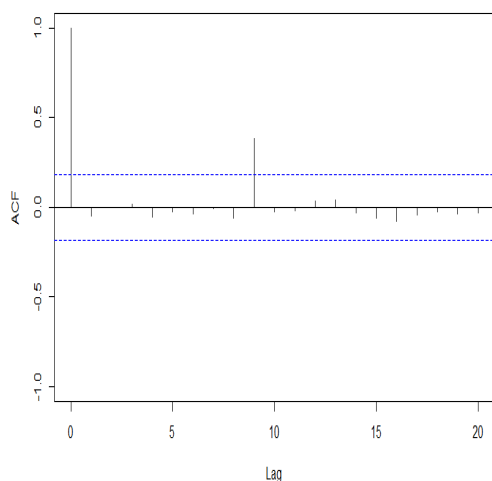


Figura 2.3: Función de autocorrelación total -ACF

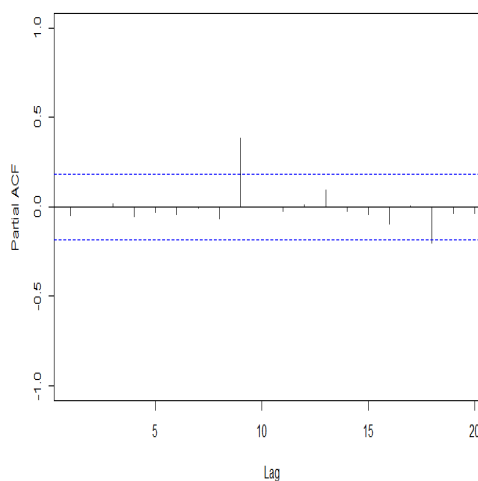


Figura 2.4: Función de autocorrelación parcial - PACF

Estos gráficos muestran que no existen retardos significativos al 5%, ya que no superan las bandas de confianza, a excepción de la PACF que muestra un retardo significativo, pero muy lejano, con lo cual no se evidencia autocorrelación en los residuos⁵.

En regresión lineal múltiple probar linealidad se torna un poco más complejo. Sin embargo, el gráfico de valores observados vs. valores previstos suele ser el más útil para identificar esta relación.

⁵La función de autocorrelación total siempre muestra el primer retardo como significativo, puesto que la correlación del retardo 0 consigo mismo es siempre 1.

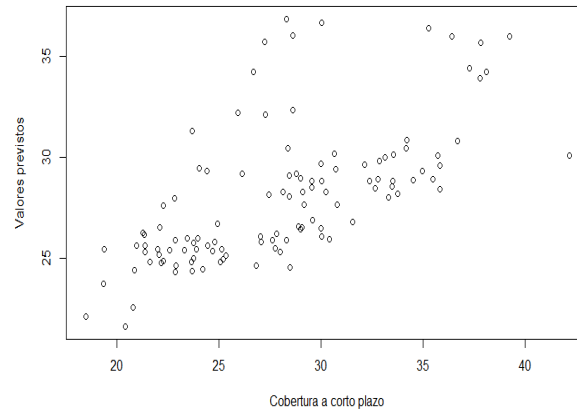


Figura 2.5: Valores observados vs. valores previstos

En este caso se observa que la relación es lineal, aunque no tan fuerte, con un R^2 ajustado igual a 0.40.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

A continuación se realiza la estimación por datos de panel para la variable dependiente *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| vul_patrimonio | -0.166*** (0.009) |
| grado_absorción | 0.060*** (0.010) |
| spread | 1.021*** (0.077) |
| improd_activos | 0.046 (0.032) |
| Observaciones | 456 |
| R ² | 0.802 |
| R ² ajustado | 0.595 |
| Estadístico F | 343.134*** (df = 4; 338) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.13: Bancos grandes: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras

Para este caso, con la estimación por efectos fijos se obtiene que la variable *vulnerabilidad del patrimonio* tiene una relación negativa con la variable dependiente, a mayor liquidez, menor *vulnerabilidad del patrimonio*, mientras que *grado de absorción* y *spread* tienen relación positiva con esta variable.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| vul_patrimonio | -0.168*** (0.009) |
| grado_absorción | 0.051*** (0.010) |
| spread | 1.076*** (0.075) |
| improd_activos | 0.032 (0.031) |
| constante | -9.371*** (1.055) |
| Observaciones | 456 |
| R ² | 0.752 |
| R ² ajustado | 0.744 |
| Estadístico F | 342.202*** (df = 4; 451) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.14: Bancos grandes: datos de panel con efectos aleatorios - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras

De la estimación por efectos aleatorios se obtuvo la misma relación con las variables explicativas, pero diferente magnitud. Las variables que resultaron significativas son: *vulnerabilidad del patrimonio* (relación negativa), *grado de absorción*, y *spread* (relación positiva).

| Test de Hausman | | |
|---|-------|-------------------|
| $\chi^2 = 8.3098$ | df= 4 | p-value = 0.08087 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.15: Bancos grandes: test de Hausman - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras

Luego de realizar el test de Hausman, el valor p (0.08) indica que no existe evidencia fuerte para rechazar H_0 en favor de H_1 , con lo cual se escoge la estimación por efectos aleatorios.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| inflación | 0.621 (0.905) |
| var_ideac | 0.272* (0.144) |
| tasa_interés | -0.744 (0.515) |
| tasa_desempleo | -0.686** (0.288) |
| var_precio_petróleo | -0.005 (0.033) |
| constante | 20.180*** (3.654) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.192 |
| R ² ajustado | 0.155 |
| Error residual estándar | 3.186 (df = 108) |
| Estadístico F | 5.144*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.16: Bancos grandes: MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas

En lo que respecta a la estimación por mínimos cuadrados ordinarios la *tasa de desempleo* es la única variable macroeconómica que resultó estadísticamente significativa al 95 % de confianza con una relación negativa, por tanto reducciones de la *tasa de desempleo* están asociadas a aumentos de este indicador de liquidez.

Un incremento de la *tasa de desempleo* de 1 % está relacionada con una disminución de los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* de 0.69 %.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

A continuación se realiza la estimación por datos de panel para la variable dependiente *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*.

| Variable dependiente: | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| depósitos a la vista/oferta monetaria | |
| vul_patrimonio | -1.846*** (0.067) |
| grado_absorción | 0.214*** (0.075) |
| spread | 12.059*** (0.571) |
| improd_activos | 0.158 (0.241) |
| Observaciones | 456 |
| R ² | 0.891 |
| R ² ajustado | 0.660 |
| Estadístico F | 688.780*** (df = 4; 338) |
| Nota: | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.17: Bancos grandes: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista /M1 vs. variables financieras

La estimación por efectos fijos muestra que los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* se relacionan positivamente con *grado de absorción* y *spread*, y negativamente con *vulnerabilidad del patrimonio*, mientras que *improductividad de activos* no resultó estadísticamente significativa.

| Test de Hausman | | |
|---|-------|---------------------|
| $\chi^2 = 258$ | df= 4 | p-value = < 2.2e-16 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.18: Bancos grandes: test de Hausman - depósitos a la vista /M1 vs. variables financieras

De los resultados del test de Hausman se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa, con lo cual se selecciona la estimación por efectos fijos.

En el siguiente cuadro se realiza la estimación por mínimos cuadrados ordinarios considerando las variables macroeconómicas.

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| depósitos a la vista/oferta monetaria | |
| inflación | 0.046* (0.028) |
| var_ideac | 0.028*** (0.005) |
| tasa_interés | -0.017 (0.012) |
| tasa_desempleo | -0.001 (0.002) |
| lag12_var_precio_petróleo | 0.001*** (0.0003) |
| constante | 1.243*** (0.106) |
| | |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.478 |
| R ² ajustado | 0.454 |
| Error residual estándar | 0.090 (df = 108) |
| Estadístico F | 19.783*** (df = 5; 108) |
| | |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.19: Bancos grandes: MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas

La *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*, la *variación del precio del petróleo* de un año atrás y la *inflación* tienen relación positiva con la variable *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*. Un aumento de 1 % de la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* está asociado con un incremento de 0.03 % de la variable respuesta. Mientras que un incremento de 1 % de la *variación del precio del petróleo* de un año atrás está relacionado con un aumento de 0.001 % de la variable respuesta. Finalmente, 1 % de incremento en la *inflación* está asociado a un aumento de 0.05 % de los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* para los bancos grandes.

Con el objetivo de determinar estos efectos para los cuatro bancos más grandes del Ecuador se realizó el análisis considerando cada uno por separado.

Entidad X_1

En el siguiente cuadro se presenta los resultados de la estimación para la entidad X_1 .

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 1.758 (1.192) |
| var_ideac | 0.071 (0.190) |
| tasa_interés | 3.612*** (0.679) |
| tasa_desempleo | 1.814*** (0.379) |
| var_precio_petróleo | 0.083 (4.339) |
| constante | -20.739*** (4.812) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.591 |
| R ² ajustado | 0.572 |
| Error residual estándar | 4.196 (df = 108) |
| Estadístico F | 31.165*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.20: Entidad X_1 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Los resultados muestran que la *tasa de interés* tiene relación positiva con la *cobertura a corto plazo* para esta entidad, es decir un incremento de 1% en la *tasa de interés* está asociado a un incremento de la *cobertura a corto plazo* de 3.6%. Por otro lado, la *tasa de desempleo* también muestra una relación positiva respecto a este indicador de liquidez (*cobertura a corto plazo*), aunque económicamente esta relación puede parecer inusual, se ob-

servó que en efecto es negativa para otros indicadores de liquidez.

En los siguientes gráficos se aprecia la evolución de ambas variables durante el período de análisis.

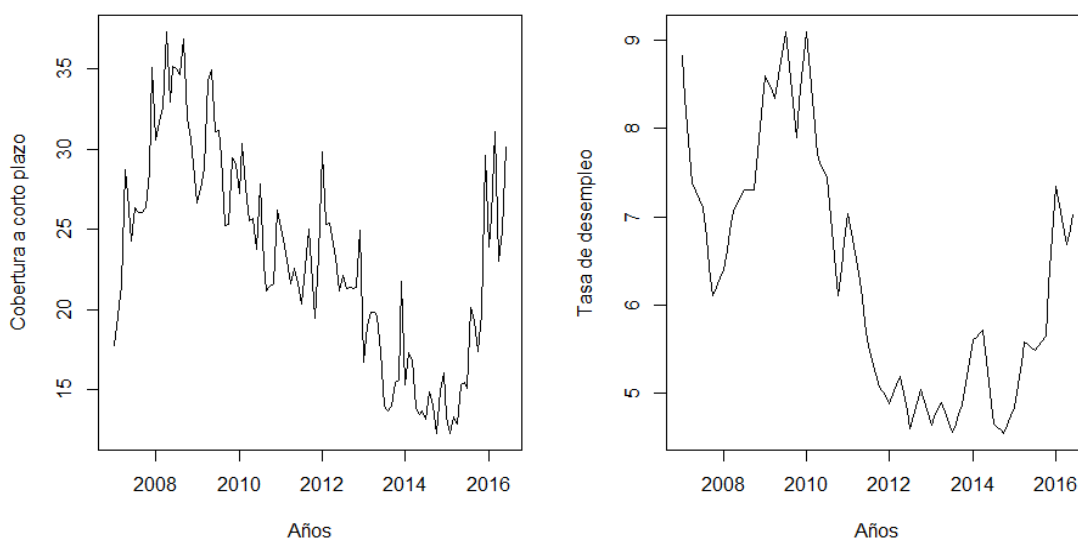


Figura 2.6: Entidad X_1 - cobertura a corto plazo y variable tasa de desempleo

A partir de aquí se puede intuir que la relación entre ellas en efecto es positiva, puesto que coinciden en varios de los picos y pisos a lo largo del tiempo, esto se comprueba en la figura 2.7 donde se observa claramente una pendiente positiva entre ambas variables.

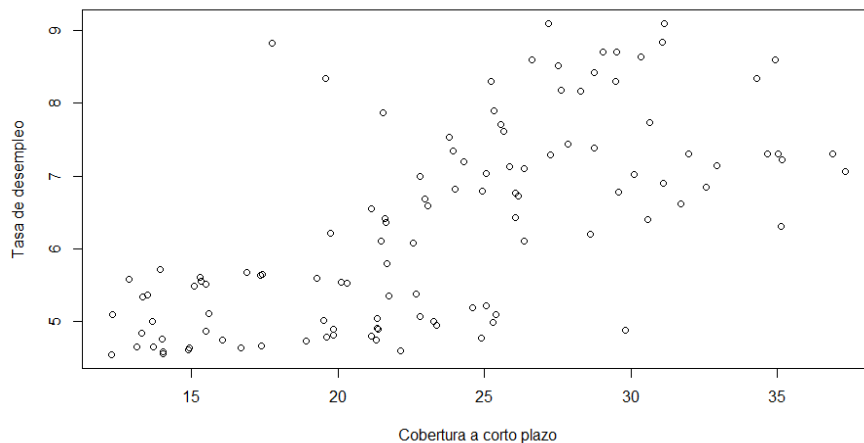


Figura 2.7: Entidad X_1 - cobertura a corto plazo vs. tasa de desempleo

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

En el cuadro 2.21 se observa que para esta entidad los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* tienen relación positiva con la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*, un incremento de 1% de esta variable está relacionado con un aumento de 0.37% de la variable respuesta, aunque cabe señalar que esta variable no es significativa al 5%.

Además, este indicador de liquidez tiene relación negativa con la *tasa de desempleo*, un aumento de 1% de esta variable está asociado con una disminución de los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* de 0.99%.

| | <i>Variable dependiente:</i> | |
|-------------------------|---|---------|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total | |
| inflación | 0.912 | (1.325) |
| var_ideac | 0.377* | (0.211) |
| tasa_interés | -1.235 | (0.755) |
| tasa_desempleo | -0.992** | (0.421) |
| var_precio_petróleo | -0.560 | (4.825) |
| constante | 31.100*** | (5.351) |
| Observaciones | 114 | |
| R ² | 0.200 | |
| R ² ajustado | 0.163 | |
| Error residual estándar | 4.665 (df = 108) | |
| Estadístico F | 5.402*** (df = 5; 108) | |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 | |

Cuadro 2.21: Entidad X₁: MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

En el cuadro 2.22 se evidencia que para esta entidad la única variable que resultó estadísticamente significativa es la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* y se relaciona positivamente con los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*, un aumento de 1 % de esta variable explicativa se asocia a un incremento de 0.05 % de este indicador de liquidez.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|---------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.072* (0.039) |
| var_ideac | 0.047*** (0.007) |
| tasa_interés | -0.002 (0.023) |
| tasa_desempleo | 0.024* (0.012) |
| lag12_var_precio_petróleo | 0.113*** (0.043) |
| constante | 1.456*** (0.165) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.510 |
| R ² ajustado | 0.487 |
| Error residual estándar | 0.132 (df = 108) |
| Estadístico F | 22.469*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.22: Entidad X_1 : MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas

Entidad X_2

El cuadro 2.23 muestra que las variables estadísticamente significativas al 5% son *tasa de desempleo* y *variación del precio del petróleo*, ambas con relación positiva respecto a la *cobertura a corto plazo* de esta entidad. Un incremento de la *tasa de desempleo* y de la *variación del precio del petróleo* se asocia con un aumento de la *cobertura a corto plazo* de 1.86% y 11.98% respectivamente.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 2.009 (1.615) |
| var_ideac | 0.107 (0.257) |
| tasa_interés | -1.561* (0.920) |
| tasa_desempleo | 1.859*** (0.513) |
| var_precio_petróleo | 11.976** (5.882) |
| constante | 31.463*** (6.523) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.153 |
| R ² ajustado | 0.114 |
| Error residual estándar | 5.687 (df = 108) |
| Estadístico F | 3.900*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.23: Entidad X_2 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

El cuadro 2.24 muestra que la única variable que resultó estadísticamente significativa es la *tasa de desempleo* con una relación negativa con los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*, un incremento de 1 % de esta tasa se asocia con una disminución del indicador de liquidez de 0.53 %.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| inflación | 0.442 (0.597) |
| var_ideac | 0.094 (0.095) |
| tasa_interés | -0.305 (0.340) |
| tasa_desempleo | -0.528*** (0.190) |
| var_precio_petróleo | 0.160 (2.175) |
| constante | 11.662*** (2.412) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.165 |
| R ² ajustado | 0.127 |
| Error residual estándar | 2.103 (df = 108) |
| Estadístico F | 4.273*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.24: Entidad X_2 : MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

El cuadro 2.25 indica que para esta entidad la *tasa de interés* y la *tasa de desempleo* resultaron estadísticamente significativas al 5%, además tienen relación negativa con los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*, es decir incrementos de estas dos variables están asociados con una reducción de los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* de 0.05% y 0.02% respectivamente.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.037 (0.026) |
| var_ideac | 0.025*** (0.004) |
| tasa_interés | -0.047*** (0.015) |
| tasa_desempleo | -0.017** (0.008) |
| var_precio_petróleo | 0.035 (0.095) |
| constante | 1.275*** (0.105) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.430 |
| R ² ajustado | 0.404 |
| Error residual estándar | 0.092 (df = 108) |
| Estadístico F | 16.322*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.25: Entidad X_2 : MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas

Entidad X_3

Cobertura a corto plazo

El siguiente cuadro muestra que para el indicador *cobertura a corto plazo* la relación con la *tasa de interés* y la *tasa de desempleo* es nuevamente positiva. Específicamente para este indicador de liquidez un incremento de 1 % de la *tasa de interés* se relaciona con un aumento de 4.81 % de la *cobertura a corto plazo* para esta entidad, mientras que un incremento de 1 % de la *tasa de desempleo* se asocia con un aumento de 1.68 % del indicador de liquidez.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 1.896** (0.944) |
| var_ideac | 0.193 (0.150) |
| tasa_interés | 4.807*** (0.538) |
| tasa_desempleo | 1.675*** (0.300) |
| var_precio_petróleo | -4.267 (3.438) |
| constante | -21.354*** (3.813) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.747 |
| R ² ajustado | 0.736 |
| Error residual estándar | 3.324 (df = 108) |
| Estadístico F | 63.933*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.26: Entidad X_3 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

En este caso se observa que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* tiene una relación positiva con los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*, con lo cual un incremento de 1% de esta variable explicativa se asocia con un aumento del indicador de liquidez de 0.36%. La *tasa de desempleo* tiene una relación negativa, pero esta variable no es significativa al 5%.

| | <i>Variable dependiente:</i> | |
|-------------------------|---|---------|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total | |
| inflación | 0.632 | (0.638) |
| var_ideac | 0.363*** | (0.102) |
| tasa_interés | 0.040 | (0.363) |
| tasa_desempleo | -0.376* | (0.203) |
| var_precio_petróleo | -1.020 | (2.324) |
| constante | 7.997*** | (2.577) |
| Observaciones | 114 | |
| R ² | 0.156 | |
| R ² ajustado | 0.117 | |
| Error residual estándar | 2.247 (df = 108) | |
| Estadístico F | 4.000*** (df = 5; 108) | |
| <i>Note:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 | |

Cuadro 2.27: Entidad X_3 : MCO depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

Según el cuadro 2.28 la *inflación*, *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* y la *tasa de desempleo* muestran una relación positiva con los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*, un aumento de 1 % se asocia con un incremento del indicador de liquidez de 0.09 %, 0.02 % y 0.03 % respectivamente.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.087*** (0.020) |
| var_ideac | 0.020*** (0.003) |
| tasa_interés | 0.0001 (0.012) |
| tasa_desempleo | 0.027*** (0.007) |
| var_precio_petróleo | -0.040 (0.075) |
| constante | 0.442*** (0.083) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.431 |
| R ² ajustado | 0.404 |
| Error residual estándar | 0.072 (df = 108) |
| Estadístico F | 16.344*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.28: Entidad X_3 : MCO - depósitos a la vista/ M1 vs. variables macroeconómicas

Entidad X_4

Cobertura a corto plazo

Para esta entidad la *tasa de interés* tiene relación negativa con la *cobertura a corto plazo*, aumentos de 1 % de esta variable se asocian con una reducción de 4 % de este indicador de liquidez. Mientras que la *tasa de desempleo* se relaciona positivamente con la *cobertura a corto plazo* con un efecto marginal de 2.75 %.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 4.977** (2.077) |
| var_ideac | 0.137 (0.331) |
| tasa_interés | -4.002*** (1.183) |
| tasa_desempleo | 2.744*** (0.660) |
| var_precio_petróleo | -12.041 (7.562) |
| constante | 48.702*** (8.387) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.186 |
| R ² ajustado | 0.148 |
| Error residual estándar | 7.312 (df = 108) |
| Estadístico F | 4.919*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.29: Entidad X_4 : MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

El cuadro 2.30 muestra que la variable estadísticamente significativa al 5 % es la *tasa de desempleo*, con relación negativa respecto a los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*, un incremento de la *tasa de desempleo* se asocia con una disminución de este indicador de liquidez de 0.23 %.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| inflación | 0.120 (0.374) |
| var_ideac | -0.044 (0.060) |
| tasa_interés | -0.431** (0.213) |
| tasa_desempleo | -0.229* (0.119) |
| var_precio_petróleo | -0.678 (1.363) |
| constante | 9.903*** (1.512) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.176 |
| R ² ajustado | 0.138 |
| Error residual estándar | 1.318 (df = 108) |
| Estadístico F | 4.627*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.30: Entidad X_4 : MCO depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

El cuadro 2.31 muestra que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* tiene relación positiva con los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*, incrementos de esta variable se asocian con un aumento de 0.01 % de este ratio de liquidez.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.022* (0.011) |
| var_ideac | 0.010*** (0.002) |
| tasa_interés | -0.010 (0.007) |
| tasa_desempleo | 0.008** (0.004) |
| lag3_var_precio_petróleo | -0.031 (0.021) |
| constante | 0.711*** (0.047) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.274 |
| Adjusted R ² | 0.241 |
| Error residual estándar | 0.040 (df = 108) |
| Estadístico F | 8.161*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.31: Entidad X_4 : MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas

2.3.2 Bancos medianos

A continuación se presenta las relaciones de las variables de liquidez versus las variables macroeconómicas para los bancos medianos. La estimación por datos de panel con las variables financieras tanto para bancos medianos como pequeños se encuentra en los apéndices.

Cobertura a corto plazo

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 0.890 (0.840) |
| var_ideac | 0.171 (0.153) |
| tasa_interés | 2.088*** (0.387) |
| tasa_desempleo | 0.090 (0.080) |
| lag6_var_precio_petróleo | 0.037*** (0.012) |
| constante | 12.638*** (3.417) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.415 |
| R ² ajustado | 0.388 |
| Error residual estándar | 2.881 (df = 108) |
| Estadístico F | 15.334*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.32: Bancos medianos: MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

En el cuadro 2.32 se observa que las variables que resultaron estadísticamente significativas son: *tasa de interés* y la *variación del precio del petróleo* de un semestre atrás. Un aumento de 1% en la *tasa de interés* se relaciona con un incremento de 2.09% de la *cobertura a corto plazo*. Mientras que un incremento de 1% de la *variación del precio del petróleo* de un semestre atrás se asocia con un aumento de 0.04%.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| inflación | 0.124 (0.231) |
| var_ideac | 0.074** (0.037) |
| tasa_interés | -0.104 (0.132) |
| tasa_desempleo | -0.181** (0.073) |
| var_precio_petróleo | -0.002 (0.008) |
| constante | 4.635*** (0.934) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.162 |
| R ² ajustado | 0.123 |
| Error residual estándar | 0.814 (df = 108) |
| Estadístico F | 4.184*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.33: Bancos medianos: MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas

De la estimación por mínimos cuadrados ordinarios se obtiene que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* tiene relación positiva con los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*. Un incremento de 1 % de esta variable se relaciona con un aumento de 0.07 % de los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*.

Por otro lado, la *tasa de desempleo* tiene relación negativa con la variable dependiente y resultó estadísticamente significativa, de modo que una reducción de la *tasa de desempleo* de 1 % se relaciona con un incremento de 0.18 % de la variable respuesta.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

| | <i>Variable dependiente:</i> depósitos a la vista/oferta monetaria |
|-------------------------|---|
| inflación | 0.015*** (0.005) |
| var_ideac | 0.003*** (0.001) |
| tasa_interés | -0.007** (0.003) |
| tasa_desempleo | 0.0003 (0.002) |
| var_precio_petróleo | -0.0002 (0.0002) |
| constante | 0.403*** (0.022) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.215 |
| R ² ajustado | 0.179 |
| Error residual estándar | 0.019 (df = 108) |
| Estadístico F | 5.911*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.34: Bancos medianos: MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas

Respecto a las variables macroeconómicas se obtuvo que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* resultó estadísticamente significativa con una relación positiva con la variable respuesta, con lo cual incrementos de 1 % en esta variable están asociados con un aumento de los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* de 0.47 % para bancos medianos.

2.3.3 Bancos pequeños

En los siguientes cuadros se presenta los resultados de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios de las variables de liquidez versus las variables macroeconómicas para el caso de los bancos pequeños.

Cobertura a corto plazo

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 7.117 (7.068) |
| var_ideac | 1.384 (1.182) |
| tasa_interés | 14.772*** (3.055) |
| tasa_desempleo | -0.315 (0.672) |
| var_precio_petróleo | -0.415 (0.251) |
| constante | -90.613*** (26.777) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.214 |
| R ² ajustado | 0.178 |
| Error residual estándar | 24.180 (df = 108) |
| Estadístico F | 5.898*** (df = 5; 108) |

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Cuadro 2.35: Bancos pequeños: MCO - cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Del cuadro 2.35 se desprende que en el caso de los bancos pequeños, la variable macroeconómica que resultó estadísticamente significativa es la *tasa de interés* con un efecto positivo en la *cobertura a corto plazo*. Un aumento de 1% de la *tasa de interés* está asociado a un incremento de 14.77% de la *cobertura a corto plazo* de estos bancos.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|---|-----------------------------|
| depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total | |
| inflación | 0.011 (0.026) |
| var_ideac | 0.016*** (0.004) |
| tasa_interés | 0.054*** (0.015) |
| tasa_desempleo | -0.024*** (0.008) |
| var_precio_petróleo | -0.0004 (0.001) |
| constante | -0.089 (0.105) |
| | |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.212 |
| R ² ajustado | 0.175 |
| Error residual estándar | 0.092 (df = 108) |
| Estadístico F | 5.799*** (df = 5; 108) |
| | |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.36: Bancos pequeños: MCO - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables macroeconómicas

De la estimación por mínimos cuadrados ordinarios, la variable *tasa de desempleo* tiene relación negativa que resultó significativa respecto a los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*, mientras que la *tasa de interés* y la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* presentan relación positiva respecto a esta misma variable de liquidez.

Una reducción de la *tasa de desempleo* de 1% se relaciona con un aumento de la variable dependiente de 0.02%, mientras que una reducción de la *tasa de interés* y de la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* de 1% se asocian a una reducción de la variable dependiente de 0.05% y 0.02% respectivamente.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.001 (0.001) |
| var_ideac | 0.001*** (0.0001) |
| tasa_interés | 0.004*** (0.0004) |
| tasa_desempleo | -0.001** (0.0002) |
| var_precio_petróleo | -0.00001 (0.00003) |
| constante | -0.018*** (0.003) |
| Observaciones | 114 |
| R ² | 0.573 |
| R ² ajustado | 0.553 |
| Error residual estándar | 0.003 (df = 108) |
| Estadístico F | 28.941*** (df = 5; 108) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.37: Bancos pequeños: MCO - depósitos a la vista/M1 vs. variables macroeconómicas

Las variables macroeconómicas que resultaron significativas son la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*, la *tasa de interés* y la *tasa de desempleo*, las dos primeras muestran relación positiva, por tanto incrementos de 1 % de estas variables se asocian con un aumento de los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* de 0.001 % y 0.004 % para bancos pequeños. Mientras que aumentos de 1 % de la *tasa de desempleo* están relacionados con incrementos de 0.001 % de la variable dependiente.

2.4 Escenario de riesgo adverso

El escenario de riesgo adverso considera que las variables macroeconómicas sufren un impacto negativo (por ejemplo, un aumento significativo de la inflación repercutiría negativamente en la economía). De este modo, se

graficó la serie histórica de las variaciones de las variables independientes con el objetivo de observar el año con cambios más significativos (picos y pisos) a lo largo del período de análisis.

Se replicó estas doce variaciones para el siguiente año a partir del último dato de las series. A continuación se presenta los resultados de la estimación para bancos grandes.

2.4.1 Bancos grandes

Cobertura a corto plazo

Según el cuadro 2.38 la significación de las variables se mantiene, siendo la *tasa de interés* la única con significación estadística. Esta variable presenta una variación de 0.19% respecto al escenario base (diferencia entre 3.91% en escenario base y 3.72% en este escenario).

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 1.807* (1.046) |
| var_ideac | 0.176 (0.107) |
| tasa_interés | 3.717*** (0.468) |
| tasa_desempleo | 0.061 (0.092) |
| lag3_var_precio_petróleo | 0.014 (0.020) |
| constante | -5.692 (4.075) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.421 |
| R ² ajustado | 0.397 |
| Error residual estándar | 4.038 (df = 120) |
| Estadístico F | 17.467*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.38: Escenario adverso - bancos grandes: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| inflación | 0.255 (0.841) |
| var_ideac | 0.306** (0.121) |
| tasa_interés | -0.885** (0.373) |
| tasa_desempleo | -0.176** (0.080) |
| var_precio_petróleo | -0.012 (0.009) |
| constante | 18.061*** (3.274) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.239 |
| R ² ajustado | 0.207 |
| Error residual estándar | 3.336 (df = 120) |
| Estadístico F | 7.519*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.39: Escenario adverso - bancos grandes: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas

En este caso cambia la significación de las variables. En el escenario base las variables significativas fueron *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* y *tasa de desempleo*, mientras que en este escenario, además resultó significativa la *tasa de interés*.

La *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* tenía un impacto de 0.27 % sobre los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*, mientras que en este escenario el impacto es de 0.31 %. Respecto a la *tasa de desempleo* en el escenario base el efecto era de -0.69 % produciéndose una variación de 0.51 % en relación al escenario adverso. Finalmente, la *tasa de interés* tiene un impacto negativo e igual a -0.89 % sobre los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*.

En lo que respecta al modelo global, nuevamente se tiene que en el escenario base la constante tenía signo positivo igual a 20.18, mientras que en el escenario adverso el valor promedio de los *depósitos a la vista más cuasidinero*

sobre liquidez total caen en -2.12%.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|---------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.033 (0.028) |
| var_ideac | 0.034*** (0.003) |
| tasa_interés | 0.007 (0.012) |
| tasa_desempleo | -0.001 (0.002) |
| lag12_var_precio_petróleo | 0.0002** (0.0001) |
| constante | 1.023*** (0.106) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.589 |
| R ² ajustado | 0.572 |
| Error residual estándar | 0.108 (df = 120) |
| Estadístico F | 34.346*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.40: Escenario adverso - bancos grandes: MCO depósitos a la vista / M1 vs. variables macroeconómicas

En el caso de los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*, la significación de las variables no cambia en este escenario. Sin embargo, sí se dan cambios en la magnitud de los coeficientes que acompañan a las variables independientes. En este escenario la variación de los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* es de 0.04% dado un aumento de 1% en la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*.

El promedio de la variable dependiente pasa de 1.24% en el escenario base a 1.02% en este escenario.

2.4.2 Bancos medianos

Cobertura a corto plazo

En los siguientes cuadros se muestra los resultados de la estimación en el escenario adverso para los ratios de liquidez de los bancos medianos.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 0.867 (0.800) |
| var_ideac | 0.175** (0.082) |
| tasa_interés | 2.634*** (0.350) |
| tasa_desempleo | 0.037 (0.071) |
| lag6_var_precio_petróleo | 0.00000 (0.004) |
| constante | 7.861** (3.051) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.369 |
| R ² ajustado | 0.343 |
| Error residual estándar | 3.090 (df = 120) |
| Estadístico F | 14.029*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.41: Escenario adverso - bancos medianos: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

En lo que respecta a los bancos medianos, en el escenario base, la variable *cobertura a corto plazo* tuvo relación significativa con la *tasa de interés* y la *variación del precio del petróleo* de un semestre atrás, mientras que en este escenario la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* tiene significación estadística al 10%, de modo que un incremento en es-

ta variable representa un incremento de la *cobertura a corto plazo* de 0.18 %.

La *tasa de interés* en el escenario base representaba una variación de 2.09 % en la variable dependiente, mientras que en este escenario esta relación es de 2.63 %. El valor medio de la *cobertura a corto plazo* para los bancos medianos tuvo una variación de -4.78 % respecto al escenario base.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| inflación | 0.042 (0.215) |
| var_ideac | 0.084*** (0.031) |
| tasa_interés | -0.157 (0.096) |
| tasa_desempleo | -0.043** (0.020) |
| var_precio_petróleo | -0.003 (0.002) |
| constante | 4.191*** (0.839) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.233 |
| R ² ajustado | 0.201 |
| Error residual estándar | 0.854 (df = 120) |
| Estadístico F | 7.303*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.42: Escenario adverso - bancos medianos: MCO depósitos a la vista + cuasidinero /M2 vs. variables macroeconómicas

En el cuadro 2.42 se observa que las variables que resultaron significativas en el escenario base se mantienen bajo este escenario. Sin embargo, se presentan cambios de magnitud, la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* tuvo una tasa de cambio de 0.01 % respecto al escenario base. Mientras que la *tasa de desempleo* mostró una variación de 0.14 %. Finalmente, el intercepto pasó de 4.64 % a 4.09 %.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.009* (0.005) |
| var_ideac | 0.003*** (0.001) |
| tasa_interés | -0.007*** (0.002) |
| tasa_desempleo | 0.0004 (0.0005) |
| var_precio_petróleo | 0.00004 (0.0001) |
| constante | 0.399*** (0.019) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.288 |
| R ² ajustado | 0.259 |
| Error residual estándar | 0.020 (df = 120) |
| Estadístico F | 9.716*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.43: Escenario adverso - bancos medianos: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas

Según el cuadro 2.43 en el escenario adverso no cambia la significación ni la magnitud de los efectos de las variables independientes respecto a los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*. Sin embargo, el intercepto presenta una tasa de cambio de -0.01 % respecto al escenario base. Se puede apreciar que el tamaño de la entidad y el nivel de liquidez de las variables dependientes influye en la magnitud de las relaciones que las variables macroeconómicas tienen sobre las variables de liquidez. Por un lado, mientras mayor sea el tamaño de la entidad, la magnitud de los coeficientes de la estimación es mayor.

2.4.3 Bancos pequeños

Cobertura a corto plazo

En los siguientes cuadros se muestra los resultados de la estimación en el escenario adverso para los ratios de liquidez de los bancos pequeños.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 6.198 (6.106) |
| var_ideac | 0.802 (0.758) |
| tasa_interés | 12.718*** (2.632) |
| tasa_desempleo | -0.338 (0.541) |
| var_precio_petróleo | 0.005 (0.060) |
| constante | -71.535*** (22.908) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.200 |
| R ² ajustado | 0.167 |
| Error residual estándar | 23.540 (df = 120) |
| Estadístico F | 6.004*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.44: Escenario adverso - bancos pequeños: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Según el cuadro 2.44 en el escenario adverso para los bancos pequeños no cambia la significación ni la magnitud de los efectos de las variables independientes respecto a la *cobertura a corto plazo*. Sin embargo, el intercepto pasa de -90.6% en el escenario base a -71.53% en este escenario, mientras que la *tasa de interés* pasa de 14.77% en el escenario base a 12.72% en este escenario, es decir la evidencia estadística muestra que el entorno macroeconómico está menos relacionado con la liquidez de las entidades financieras más pequeñas, pues su situación no empeora como se vio en el

caso de las entidades financieras grandes.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total |
| inflación | 0.011 (0.024) |
| var_ideac | 0.014*** (0.003) |
| tasa_interés | 0.031*** (0.011) |
| tasa_desempleo | -0.002 (0.002) |
| var_precio_petróleo | -0.0002 (0.0003) |
| constante | -0.035 (0.094) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.295 |
| R ² ajustado | 0.266 |
| Error residual estándar | 0.095 (df = 120) |
| Estadístico F | 10.059*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.45: Escenario adverso - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas

De acuerdo a los resultados del cuadro 2.45 la significación de las variables se mantiene a excepción de la variable *tasa de desempleo*. En términos de magnitud tampoco se observan grandes diferencias respecto al escenario base. En el escenario base la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* pasa de 0.016 % a 0.014 %. Mientras que la *tasa de interés* pasa de 0.05 % a 0.03 %.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | 0.001 (0.001) |
| var_ideac | 0.001*** (0.0001) |
| tasa_interés | 0.003*** (0.0003) |
| tasa_desempleo | 0.0001 (0.0001) |
| var_precio_petróleo | 0.00000 (0.00001) |
| constante | -0.015*** (0.003) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.598 |
| R ² ajustado | 0.581 |
| Error residual estándar | 0.003 (df = 120) |
| Estadístico F | 35.686*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.46: Escenario adverso - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas

Los resultados del cuadro 2.46 también muestran que las variables mantienen su significación estadística a excepción de la *tasa de desempleo* que en este escenario no es estadísticamente significativa. En cuanto a la magnitud, prácticamente no se presentan cambios. Sin embargo, se observa que esta variable se relaciona en menor medida con las variables macroeconómicas en comparación con los *depósitos a la vista más cuasidineró sobre liquidez total* y la *cobertura a corto plazo*.

2.4.4 Requerimientos de liquidez

Para el cálculo de los requerimientos de liquidez se seleccionó la variable respuesta que mostró mayor sensibilidad ante variaciones en los indicadores macroeconómicos, en términos de la magnitud de los estimadores, dicha variable fue *cobertura a corto plazo*, de modo que, se obtuvo los valores ajustados para esta variable, misma que es igual a los *fondos disponibles* sobre los *depósitos*. Así, es posible calcular el efecto que tendría este escenario

sobre los *fondos disponibles* con base en la tasa de variación de los valores ajustados del indicador de *cobertura a corto plazo* bajo este escenario versus los valores observados del indicador, manteniendo constante el monto de *depósitos*. Finalmente se calculó el requerimiento de liquidez como el valor diferencial entre los *fondos disponibles* observados y los *fondos disponibles* bajo el escenario adverso para los tres tamaños de banco.

A continuación se presenta el cuadro que resume este cálculo:

| | Bancos grandes | Bancos medianos | Bancos pequeños |
|---|------------------|------------------|-----------------|
| Promedio cobertura a corto plazo ¹ | 30.88 % | 35.78 % | 31.58 % |
| Valor promedio tasa de variación ² | -17.58 % | -16.02 % | -4.11 % |
| Promedio fondos disponibles ³ | 4,589,101 | 2,735,852 | 119,254 |
| Promedio depósitos ⁴ | 14,861,944 | 7,647,115 | 377,580 |
| Fondos disponibles con tasa de variación ⁵ | 1,977,060 | 1,510,795 | 103,751 |
| Requerimiento de liquidez total⁶ | 2,612,041 | 1,225,058 | 15,503 |

Los valores se presentan en miles de US\$ ¹ Promedio de jul-dic 2016 ² Tasa diferencial promedio de jul-dic 2016, entre la cobertura a corto plazo real y la estimada bajo el escenario adverso ³ Promedio de jul-dic 2016 ⁴ Promedio de jul-dic 2016 ⁵ Valor despejado considerando la variación de la cobertura a corto plazo ⁶ Diferencial entre los fondos disponibles promedio y los fondos disponibles con tasa de variación

Cuadro 2.47: Escenario adverso - requerimiento de liquidez total

Bajo este escenario el monto del requerimiento de liquidez total asciende aproximadamente a US\$ 2,600 millones, US\$ 1,200 millones y US\$ 15.5 millones para los bancos grandes, medianos y pequeños respectivamente.

Considerando que las entidades financieras hacen uso de otras fuentes de financiamiento para cubrir sus necesidades de liquidez y que el Fondo de Liquidez ha sido creado para atender requerimientos de liquidez de última instancia, se restan las inversiones hasta 30 días y las líneas de crédito no utilizadas.

| | Bancos grandes | Bancos medianos | Bancos pequeños |
|--|------------------|------------------|-----------------|
| Requerimiento de liquidez total | 2,612,041 | 1225,058 | 15,503 |
| (-) Inversiones hasta 30 días castigadas por morosidad | 612,603 | 266,666 | 100,932 |
| (-) Líneas de crédito no utilizadas | 460,520 | 199,590 | 1,777 |
| Requerimiento de liquidez de última instancia | 1,538,918 | 758,802 | (-) |
| Monto máximo utilizable del Fondo de Liquidez¹ | 1,742,440 | 1,001,229 | 716,069 |

Los valores están en miles de US\$.

¹ Considera los límites establecidos en Resolución No. 176-2015-F expedida por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. Art. 13. operaciones activas "... de la totalidad de sus aportes individuales, cada entidad financiera tendrá asignado el 70 % para su uso exclusivo, ..., el 30 % de las aportaciones de las instituciones financieras será utilizado como fondo cooperativo..." y art.15. de los créditos extraordinarios, "... la exposición total de los recursos aportados al Fondo de Liquidez, ..., no podrá exceder del 30 % de sus activos, ni el equivalente al 100 % del patrimonio técnico de esa entidad financiera".

Cuadro 2.48: Escenario adverso - requerimiento de liquidez de última instancia

De acuerdo al cuadro 2.48 el Fondo de Liquidez está en capacidad de hacer frente al 100 % de los requerimientos de liquidez de última instancia de 21 de 23 entidades analizadas (todas las entidades financieras del Sector Financiero Privado) y cubre 90 % de las necesidades de liquidez de última instancia de las 2 entidades restantes.

2.5 Escenario de riesgo severo

Este escenario supone que para las siguientes doce observaciones las variables tienen un impacto negativo para la economía, considerando el valor histórico máximo en valor absoluto de las tasas de variación de cada variable independiente.

2.5.1 Bancos grandes

Cobertura a corto plazo

En los siguientes cuadros se muestra los resultados de la estimación en el escenario severo para los ratios de liquidez de los bancos grandes.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 0.664 (0.505) |
| var_ideac | 0.089 (0.184) |
| tasa_interés | 4.042*** (0.464) |
| tasa_desempleo | 0.063 (0.098) |
| lag3_var_precio_petróleo | 0.022 (0.019) |
| constante | -8.078* (4.121) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.436 |
| R ² ajustado | 0.412 |
| Error residual estándar | 3.987 (df = 120) |
| Estadístico F | 18.541*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.49: Escenario severo - bancos grandes: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

De los resultados presentados en el cuadro 2.49 se observa que la significación de las variables no se ve alterada respecto al escenario base. Sin embargo, la magnitud de la variable que resulta significativa (*tasa de interés*) en ambos escenarios sí presenta cambios. Un aumento de 13.02% de la *tasa de interés* se relaciona con un aumento de la *cobertura a corto plazo* de 4.04%, es decir dado este incremento en la *tasa de interés*, el efecto en el ratio de liquidez cambia en 3.32%.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|---|-----------------------------|
| depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total | |
| inflación | -0.901** (0.421) |
| var_ideac | 0.410*** (0.139) |
| tasa_interés | 0.152 (0.450) |
| tasa_desempleo | -0.998*** (0.272) |
| var_precio_petróleo | 0.003 (0.031) |
| constante | 14.356*** (3.350) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.276 |
| R ² ajustado | 0.246 |
| Error residual estándar | 3.252 (df = 120) |
| Estadístico F | 9.160*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.50: Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista + cuasidinero /M2 vs. variables macroeconómicas

En lo que respecta a los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* se observa que el impacto negativo hace que el intercepto pase de 20.18% a 14.36%. Mientras que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* pasa de 0.27% a 0.41%. Finalmente, la *tasa de desempleo* pasa de -0.69% a -0.99%, es decir, en este escenario, como es de esperarse, el impacto que tienen las variables independientes sobre la variable respuesta es mayor.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

| | <i>Variable dependiente:</i> depósitos a la vista/oferta monetaria |
|---------------------------|---|
| inflación | -0.050*** (0.013) |
| var_ideac | 0.032*** (0.005) |
| tasa_interés | -0.003 (0.013) |
| tasa_desempleo | 0.001 (0.002) |
| lag12_var_precio_petróleo | 0.002*** (0.0003) |
| constante | 1.142*** (0.117) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.638 |
| R ² ajustado | 0.623 |
| Error residual estándar | 0.101 (df = 120) |
| Estadístico F | 42.351*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.51: Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas

En el caso de la variable *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* para bancos grandes se observa que incluso en el escenario base la magnitud de los coeficientes del modelo estimado no es muy grande. En este caso, el valor medio de la variable dependiente pasa de 1.24 % a 1.14 % en el escenario severo. Mientras que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* pasa de 0.028 % a 0.032 %, la *tasa de desempleo* se mantiene en magnitud, la *inflación* en este último escenario cobra significación con una tasa de variación de -0.05 %.

2.5.2 Bancos medianos

Cobertura a corto plazo

A continuación se presenta los resultados de la estimación del modelo para los bancos medianos en el escenario severo.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 0.138 (0.378) |
| var_ideac | 0.136 (0.146) |
| tasa_interés | 2.332*** (0.359) |
| tasa_desempleo | 0.123* (0.073) |
| lag6_var_precio_petróleo | 0.034*** (0.011) |
| constante | 10.816*** (3.201) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.412 |
| R ² ajustado | 0.388 |
| Error residual estándar | 2.982 (df = 120) |
| Estadístico F | 16.838*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.52: Escenario severo - bancos medianos: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

El cuadro 2.52 muestra que el término constante pasa de 12.64% a 10.82%. Mientras que la *tasa de interés* muestra una tasa de variación de 11.59% respecto al escenario base. Finalmente, la *variación del precio del petróleo* no muestra grandes cambios en términos de magnitud.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios de los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* respecto a las variables macroeconómicas para el caso de los bancos medianos.

| | <i>Variable dependiente:</i> | |
|-------------------------|---|---------|
| | depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total | |
| inflación | -0.236** | (0.107) |
| var_ideac | 0.109*** | (0.036) |
| tasa_interés | 0.115 | (0.115) |
| tasa_desempleo | -0.257*** | (0.069) |
| var_precio_petróleo | 0.0001 | (0.008) |
| constante | 3.201*** | (0.854) |
| Observaciones | 126 | |
| R ² | 0.277 | |
| R ² ajustado | 0.247 | |
| Error residual estándar | 0.829 (df = 120) | |
| Estadístico F | 9.214*** (df = 5; 120) | |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 | |

Cuadro 2.53: Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas

Respecto a los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* se tiene que el intercepto pasa de 4.64 % a 3.20 % en el escenario severo, es decir el valor promedio de la variable respuesta cae en -31.03 %.

Por otro lado, se mantiene la significación de las variables *tasa de desempleo* y la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*. Sin embargo, la primera pasa de -0.18 % a -0.25 %, es decir el efecto de un incremento de 10.03 % (tasa de variación máxima de la serie) en la *tasa de desempleo* se asocia con una disminución de 38.89 % de los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*.

En cuanto a la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*, esta pasa de 0.07 % en el escenario base a 0.11 % en este escenario. Por tanto, en términos de magnitud el efecto sobre los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* es mayor. En este caso se asumió una caída del *Índice de Actividad Económica Coyuntural* de 5.60 % (tasa de variación negativa máxima) y el efecto en la variable dependiente aumentó en 57.14 %.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

En el siguiente cuadro se muestra la estimación del modelo para la variable *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* para los bancos medianos.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | -0.004 (0.003) |
| var_ideac | 0.004*** (0.001) |
| tasa_interés | -0.002 (0.003) |
| tasa_desempleo | -0.002 (0.002) |
| var_precio_petróleo | -0.0002 (0.0002) |
| constante | 0.372*** (0.021) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.261 |
| R ² ajustado | 0.231 |
| Error residual estándar | 0.020 (df = 120) |
| Estadístico F | 8.494*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.54: Escenario severo - bancos grandes: MCO depósitos a la vista / M1 vs. variables macroeconómicas

Según el cuadro 2.54 se observa que el intercepto pasa a 0.37% en este escenario, mientras que en el escenario base fue 0.40%. En este escenario la única variable que resulta estadísticamente significativa es la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*, su magnitud pasa de 0.003% en el escenario base a 0.004% en el escenario severo, es decir dado un cambio en la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* de 5.60%, el efecto en los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* es de 33.33%. Mientras que en el escenario base, otras variables que resultaron significativas fueron *inflación* y *tasa de interés*.

2.5.3 Bancos pequeños

Cobertura a corto plazo

A continuación se presenta la estimación del modelo en el escenario severo para los bancos pequeños considerando como variable dependiente la *cobertura a corto plazo*.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| inflación | 2.383 (2.957) |
| var_ideac | 1.284 (1.046) |
| tasa_interés | 15.099*** (2.660) |
| tasa_desempleo | -0.271 (0.574) |
| var_precio_petróleo | -0.341 (0.221) |
| constante | -91.689*** (23.625) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.223 |
| R ² ajustado | 0.191 |
| Error residual estándar | 23.201 (df = 120) |
| Estadístico F | 6.887*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.55: Escenario severo - bancos pequeños: MCO cobertura a corto plazo vs. variables macroeconómicas

Se observa que la significación de las variables se mantiene en ambos escenarios. Por un lado la *tasa de interés* pasa de 14.77 % a 15.09 %, lo que implica una tasa de variación de 2.17 %, mientras la constante pasa de -90.61 % a -91.69 %, lo que indica que un aumento de la *tasa de interés* en 13.03 % (tasa de variación máxima) está relacionado con un incremento de 2.17 % de la *cobertura a corto plazo* respecto al escenario base.

Depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|---|-----------------------------|
| depósitos a la vista + cuasidinero/liquidez total | |
| inflación | -0.011 (0.012) |
| var_ideac | 0.018*** (0.004) |
| tasa_interés | 0.066*** (0.012) |
| tasa_desempleo | -0.028*** (0.007) |
| var_precio_petróleo | -0.0003 (0.001) |
| constante | -0.168* (0.092) |
| Observaciones | |
| | 126 |
| R ² | |
| | 0.379 |
| R ² ajustado | |
| | 0.353 |
| Error estandar residual | |
| | 0.089 (df = 120) |
| Estadístico F | |
| | 14.642*** (df = 5; 120) |
| Nota: | |
| | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.56: Escenario severo - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista + cuasidinero / M2 vs. variables macroeconómicas

En este modelo tampoco se evidencia cambios en cuanto a la significación de las variables. Respecto a la magnitud de los coeficientes se observa que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* pasa de 0.016 % a 0.018 %, mientras que la *tasa de interés* pasa de 0.05 % a 0.07 %. Finalmente, la *tasa de desempleo* pasa de -0.02 % a -0.03 %. Como se puede observar, aunque los resultados sugieren un cambio respecto al escenario base, éste no es muy grande en términos de magnitud como en el caso de los bancos grandes.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

En el siguiente cuadro se muestra la estimación del modelo para bancos pequeños considerando como variable dependiente los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| inflación | -0.0002 (0.0004) |
| var_ideac | 0.001*** (0.0001) |
| tasa_interés | 0.004*** (0.0004) |
| tasa_desempleo | -0.001*** (0.0002) |
| var_precio_petróleo | -0.00001 (0.00003) |
| constante | -0.020*** (0.003) |
| Observaciones | 126 |
| R ² | 0.679 |
| R ² ajustado | 0.666 |
| Error residual estándar | 0.003 (df = 120) |
| Estadístico F | 50.777*** (df = 5; 120) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.57: Escenario severo - bancos pequeños: MCO depósitos a la vista /M1 vs. variables macroeconómicas

En el cuadro 2.57 se observa que el valor promedio de *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* pasa de -0.018 % a -0.023 %. En cuanto a la significación de las variables, esta se mantiene en relación al escenario base. Sin embargo, los cambios en magnitud de las variables estadísticamente significativas son muy pequeños.

2.5.4 Requerimientos de liquidez

Se sigue la misma metodología empleada en el escenario adverso. De los modelos estimados con variable dependiente *cobertura a corto plazo* se obtuvo los valores ajustados para dicha variable.

A continuación se presenta el cuadro que resume este cálculo:

| | Bancos grandes | Bancos medianos | Bancos pequeños |
|---|----------------|-----------------|-----------------|
| Promedio cobertura a corto plazo ¹ | 30.88 % | 35.78 % | 31.58 % |
| Valor promedio tasa de variación ² | -21.43 % | -18.63 % | -7.88 % |
| Promedio fondos disponibles ³ | 4,589,101 | 2,735,852 | 119,254 |
| Promedio depósitos ⁴ | 14,861,944 | 7,647,115 | 377,580 |
| Fondos disponibles con tasa de variación ⁵ | 1,404,771 | 1,311,511 | 89,490 |
| Requerimiento de liquidez total ⁶ | 3,184,330 | 1,424,341 | 29,764 |

Los valores se presentan en miles de US\$ ¹ Promedio de jul-dic 2016 ² Tasa diferencial promedio de jul-dic 2016, entre la cobertura a corto plazo real y la estimada bajo el escenario adverso
³ Promedio de jul-dic 2016 ⁴ Promedio de jul-dic 2016 ⁵ Valor despejado considerando la variación de la cobertura a corto plazo ⁶ Diferencial entre los fondos disponibles promedio y los fondos disponibles con tasa de variación

Cuadro 2.58: Escenario severo - requerimiento de liquidez total

Bajo este escenario el monto del requerimiento de liquidez total para los bancos grandes asciende aproximadamente a US\$ 3,200 millones, US\$ 1,400 millones y US\$ 29.8 millones para bancos grandes, medianos y pequeños aproximadamente.

Considerando que las entidades financieras hacen uso de otras fuentes de financiamiento para cubrir sus necesidades de liquidez y que el Fondo de Liquidez ha sido creado para atender requerimientos de liquidez de última instancia, se restan las inversiones hasta 30 días y las líneas de crédito no utilizadas.

| | Bancos grandes | Bancos medianos | Bancos pequeños |
|--|------------------|------------------|-----------------|
| Requerimiento de liquidez total | 3,184,330 | 1,424,341 | 29,764 |
| (-) Inversiones hasta 30 días castigadas por morosidad | 612,603 | 266,666 | 100,932 |
| (-) Líneas de crédito no utilizadas | 460,520 | 199,590 | 1,777 |
| Requerimiento de liquidez de última instancia | 2,111,207 | 958,086 | (-) |
| Monto máximo utilizable del Fondo de Liquidez¹ | 1,742,440 | 1,001,229 | 716,069 |

Los valores se presentan en miles de US\$.

¹ Considera los límites establecidos en Resolución No. 176-2015-F expedida por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. Art. 13. operaciones activas "... de la totalidad de sus aportes individuales, cada entidad financiera tendrá asignado el 70 % para su uso exclusivo, ..., el 30 % de las aportaciones de las instituciones financieras será utilizado como fondo cooperativo..." y art.15. de los créditos extraordinarios, "... la exposición total de los recursos aportados al Fondo de Liquidez, ..., no podrá exceder del 30 % de sus activos, ni el equivalente al 100 % del patrimonio técnico de esa entidad financiera".

Cuadro 2.59: Escenario severo - requerimiento de liquidez de última instancia

De acuerdo al cuadro 2.59 el Fondo de Liquidez está en capacidad de hacer frente al 100 % de los requerimientos de liquidez de última instancia de 20 de 23 entidades analizadas (todas las entidades financieras del Sector Financiero

Privado) y cubre el 82 % de las necesidades de liquidez de última instancia de las 3 entidades restantes.

Capítulo 3

Conclusiones y recomendaciones

3.1 Conclusiones

- El análisis econométrico a través de la estimación por datos de panel se realizó para bancos grandes, medianos y pequeños, incluyendo las tres variables de liquidez que son: *cobertura a corto plazo*, *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* y *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*. Las tres variables de liquidez muestran una relación negativa con la variable explicativa *spread* tanto en el caso de los bancos medianos como pequeños, es decir, a menor liquidez mayor rentabilidad, incrementos del *spread* están asociados con reducciones de la liquidez de las entidades financieras. En el caso de los bancos grandes, se evidencia una relación negativa con la variable de liquidez *cobertura a corto plazo*, pero no resultó estadísticamente significativa al 5%.
- La variable respuesta *cobertura a corto plazo* se relaciona positivamente con *grado de absorción* para los tres tamaños de banco. Sin embargo, las variables *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* y *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* muestran una relación negativa en el caso de los bancos medianos y pequeños, donde resultó estadísticamente significativa. Por otro lado, la relación de las variables *vulnerabilidad del patrimonio* e *improductividad de activos* con los ratios de liquidez difiere según el tamaño de banco.
- Respecto a la variable *cobertura a corto plazo* se observó una relación positiva con la *tasa de interés* para todos los tamaños de banco en

los tres escenarios. Aunque resulte intuitivo pensar que una reducción de la tasa de interés reduce el ahorro prefiriendo mayor liquidez, la teoría económica keynesiana sugiere que reducciones del tipo de interés provoca que los inversores prefieran atesorar dinero en lugar de prestarlo debido a la expectativa de que estos tipos de interés suban en el futuro, reduciéndose así la liquidez.

- Para los bancos medianos, en los escenarios base y severo la *variación del precio del petróleo* rezagada seis meses muestra una relación positiva, estadísticamente significativa al 5% con la *cobertura a corto plazo*.
- Para los tres tamaños de banco, en el escenario base los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* muestran una relación positiva con la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*, es decir, incrementos en la variación de este índice están asociados con aumentos de la liquidez. Mientras que la *tasa de desempleo* tiene una relación negativa, con lo cual aumentos del desempleo se asocian a reducciones de liquidez de las entidades financieras.
- En el caso de los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* los coeficientes que acompañan a las variables explicativas *tasa de desempleo* y *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* son de magnitud cada vez mayor en la medida en que se pasa del escenario base al adverso y severo.
- En los diferentes escenarios se observó que los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* tienen relación positiva con la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*. Mientras que la *tasa de desempleo* muestra una relación negativa para los tres tamaños de banco.
- Los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* muestran que al pasar del escenario base al severo la magnitud de los coeficientes que acompañan a las variables *inflación* y *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* son cada vez mayores, evidenciando que el efecto de las variables explicativas sobre la liquidez privada es mayor en la medida en que el escenario de tensión también lo sea.
- Así como el efecto de las variables explicativas es mayor a mayor tensión, la magnitud de los coeficientes también cambia al comparar los modelos según el tamaño del banco, es decir, el efecto de las variables macroeconómicas sobre las entidades financieras es mayor en el caso

de los bancos grandes y dicho efecto disminuye al analizar los bancos medianos y pequeños.

- Respecto al análisis por entidad se observó que la variable *inflación* tiene un efecto positivo sobre los indicadores de liquidez, al igual que la *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural*, mientras que la *tasa de desempleo* mostró una relación negativa para los indicadores *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total* y *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*.
- Dentro de la estimación de los modelos para cada entidad, la magnitud de los coeficientes que acompañan a las variables explicativas y el R^2 es mayor para la variable dependiente *cobertura a corto plazo* en relación a los otros indicadores de liquidez, siendo los valores de ajuste más bajos para los *depósitos a la vista más cuasidinero sobre liquidez total*, con lo que no se evidencia significación estadística para estos modelos.
- La *variación del Índice de Actividad Económica Coyuntural* es particularmente significativa para todas las entidades al estimar los modelos para la variable respuesta *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*.
- Del análisis de los requerimientos de liquidez se obtuvo que éste es mayor en el escenario severo respecto al adverso. El Fondo de Liquidez cubre el 100 % de los requerimientos de liquidez de última instancia de 21 de las 23 entidades analizadas en el escenario adverso y 90 % de cobertura para las 2 entidades restantes. Mientras que en el escenario severo el porcentaje de cobertura es de 100 % para 20 de las 23 entidades financieras que conforman el Sector Financiero Privado y 82 % de cobertura para las 3 entidades restantes.

3.2 Recomendaciones

- En el presente estudio se realizó el análisis para los bancos grandes, medianos y pequeños. Sin embargo, en próximas actualizaciones se recomienda aplicar esta metodología para las demás entidades que conforman el Sector Financiero Popular y Solidario (Segmento 1 - Mutualistas y Cajas Centrales) considerando sus particularidades.
- Dentro de los bancos grandes se desagregó el análisis por banco, se sugiere realizar también el análisis por separado para el caso de los bancos medianos, con el objetivo de determinar la magnitud de los efectos y comparar sus resultados.
- Se recomienda usar metodologías alternativas para realizar las pruebas de tensión, en este estudio se estimó modelos econométricos que permitan determinar las tasas de variación de los indicadores de liquidez dadas las variaciones de los indicadores macroeconómicos.
- Usar la teoría de redes para la construcción de modelos dinámicos que permitan evaluar los efectos de los shocks externos y la presencia de características subyacentes que podrían conducir al contagio del sistema. Estos modelos suelen constituir una nueva herramienta para el análisis de pruebas de tensión dinámicas.

Referencias

- Alexander, G. J., & Baptista, A. M. (2009). Stress testing by financial intermediaries: Implications for portfolio selection and asset pricing. *Journal of financial intermediation*.
- Association, B. B. (2013). A framework for stress testing the UK banking system. *Bank of England*.
- Bandt, O. D., Bruneaub, C., & Amri, W. E. (2008). Stress testing and corporate finance. *Journal of financial stability, Banque de France and University of Paris*.
- Chorafas, D. N. (2007). *Stress testing for risk control under basel ii* (1st. ed.). Elsevier Ltd.
- Granados, R. M. (2013). Variables estacionarias y no estacionarias. *Universidad de Granada*.
- Greene, W. H. (2011). *Econometric analysis* (7th ed.). Prentice Hall.
- Hayashi, & Fumio. (2000). *Econometrics* (P. Hall, Ed.). Princeton University.
- Kmenta, J., & Ramsey, J. B. (1980). *Evaluation of econometric models* (A. Press, Ed.). Elsevier Inc.
- Liu, X. (2015). *Methods and applications of longitudinal data analysis* (A. Press, Ed.).
- McCullagh, N. (1989). *Generalized linear models* (2nd ed.; I. C. of Science & U. o. C. Technology Chapman & Hall, Eds.).
- Midi, I., Rana. (2009). The performance of robust weighted least squares in the presence of outliers and heterocedastic errors. *Institute of Mathematical Research, University of Putra Malaysia*.
- Pagratis, S., Topaloglou, N., & Tsionas, M. (2017). System stress testing of bank liquidity risk. *Journal of International Money and Finance*.
- Politis, S., Dimitris & Poulis. (2014). Heteroskedastic linear regression: steps towards adaptivity, efficiency and robustness. *Department of Mathematics, University of California, San Diego*.
- Townsend, H. . S., Buckley. (2015). The choice between fixed and random effects. *NJ and New York University*.
- Wooldridge, J. M. (2011). *Econometric analysis of cross section and panel data* (Cambridge, Ed.). The MIT Press.
- Wright, J. (2015). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (2nd. ed.). Elsevier Inc.

Apéndice 1

Marco teórico

1.1 Distribución de los coeficientes en regresión lineal

Una vez que se ha estimado el modelo es necesario conocer las distribuciones de b_0 y b_1 para hacer inferencia estadística sobre los parámetros β_0 y β_1 , es decir, construir intervalos de confianza y pruebas de significación para β_0 y β_1 . Para que dicha inferencia sea válida se requiere que los supuestos sobre los cuales se basa el modelo se cumplan.

Para conocer las distribuciones teóricas de b_0 y b_1 se necesita de las hipótesis descritas en la sección 1.1.1:

$$Y_i | X_i = N(\beta_0 + \beta_1 X_i, \sigma) \text{ independientes}$$

Donde β_0 y β_1 son combinaciones lineales de y_i 's. Si y_i 's se distribuyen como una función normal y el modelo es correcto, entonces β_0 y β_1 también tendrán distribución normal.

| Valor esperado | Varianzas | Covarianzas |
|--------------------|---|---|
| $E(b_0) = \beta_0$ | $V(b_0) = \frac{\sigma^2}{n} * \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$ | $cov(b_0, b_1) = \frac{-\bar{X}\sigma^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$ |
| $E(b_1) = \beta_1$ | $V(b_1) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$ | |

Cuadro 1.1: Distribución de coeficientes

De este modo se asume que tanto b_0 como b_1 siguen una distribución normal tal que:

$$b_0 \sim N \left(\beta_0 ; \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}} \right)$$

$$b_1 \sim N \left(\beta_1 ; \sqrt{\frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}} \right)$$

Mientras menor sea la varianza de los coeficientes más cercano será b_1 al valor real de β_1 y por tanto mejor será la estimación puntual.

Por otro lado, las varianzas de b_0 y b_1 dependen de σ^2 , valor que al ser un parámetro es desconocido. Dichas varianzas son estimadas reemplazando σ^2 por el estimador S_R^2 tal que: (McCullagh, 1989)

$$S_{b_0}^2 = \frac{S_R^2}{n} \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$S_{b_1}^2 = \frac{S_R^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

En la tabla ANOVA (1.1) es posible encontrar la varianza residual:

$$S_R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n - 2}$$

El estimador se divide para $n - 2$ en lugar de $n - 1$ o n , puesto que se asume no tendrá sesgo, es decir, $E(S_R^2) = \sigma^2$.

1.1.1 Intervalos de confianza

Usando las propiedades de la distribución normal estándar se puede construir los intervalos de confianza para los parámetros β_i :

$$[b_i - t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} S_{b_i} ; b_i + t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} S_{b_i}]$$

Esto indica que el intervalo contendrá a β_i el $(1 - \alpha)\%$ de las veces.

1.1.2 Pruebas de significación

Las pruebas de significación estadística se utilizan para evaluar la evidencia a favor o en contra de alguna afirmación sobre la población a partir de los datos de una muestra representativa.

Estas pruebas plantean una *hipótesis nula* que representa una teoría o una afirmación que generalmente intenta ser refutada a favor de la *hipótesis alternativa*, la cual es de interés por parte del investigador. La conclusión de estas pruebas se suele emitir en términos de la *hipótesis nula*: se rechaza H_0 en favor de H_1 o no se rechaza H_0 . Si la conclusión de la prueba es que no se rechaza H_0 , eso no implica que H_0 sea verdadera, únicamente que no existe evidencia estadística suficiente para rechazar H_0 en favor de H_1 .

La *hipótesis alternativa* puede ser unilateral o bilateral. La hipótesis unilateral afirma que el parámetro es mayor o menor que un valor dado por la *hipótesis nula*. Mientras que la *hipótesis alternativa* bilateral afirma que el parámetro no es igual al valor dado por la *hipótesis nula*.

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Si H_0 es verdadera, entonces se debe cumplir:

$$t_1 = \frac{b_1}{S_{b_1}} \sim t\text{-Student} \quad v = n - 2 \quad (1.1)$$

La ecuación 1.1 muestra el valor conocido como *estadístico de prueba*, el mismo que se contrasta con el *valor crítico* que corresponde a un punto en la distribución de la prueba, según un nivel de confianza dado. Estas pruebas también se pueden realizar para valores específicos de β 's.

De esta manera si $|t_1|$ es mayor a 2 y el modelo es correcto, se rechaza H_0 en favor de H_1 , lo cual implica que no se puede omitir del modelo la variable X_1 . Si $|t_1|$ es menor a 2, no se puede rechazar H_0 en favor de H_1 y se puede omitir del modelo la variable X_1 .

1.1.3 Predicción

El intervalo al $(1 - \alpha)\%$ de confianza se utiliza para predecir el valor esperado de Y en X_0 , es decir, $E(Y | X_0)$ es:

$$(b_0 + b_1 X_0) - t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} S_R \sqrt{\frac{1}{n} \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}};$$

$$(b_0 + b_1 X_0) + t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} S_R \sqrt{\frac{1}{n} \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}$$

Dicho intervalo también se utiliza para predecir el valor de la respuesta dado un valor observado de X_0 , es decir, $Y(X_0)$ es:

$$(b_0 + b_1 X_0) - t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} S_R \sqrt{1 + \frac{1}{n} \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}};$$

$$(b_0 + b_1 X_0) + t_{\frac{\alpha}{2}, n-2} S_R \sqrt{1 + \frac{1}{n} \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}$$

Para las predicciones es importante considerar que el valor de X dado para predecir el valor de Y debe estar en el intervalo de las X 's de la muestra, es decir, debe ser una interpolación, de lo contrario el modelo no tendría por qué ajustar correctamente fuera del intervalo de las X 's para el cual fue estimado.

Otro aspecto a destacar es que el ajuste de un modelo lineal entre variables significa *relación* y no *causalidad*, para explicar causalidad en estadística se suele utilizar diseño experimental.

1.2 Validación de los residuos

Para poder realizar inferencia se necesita validar los supuestos del modelo. Dichos supuestos se establecen sobre el término de error $\epsilon_i = y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)$, donde ϵ_i es parte del modelo teórico no observable. Por tanto, para validar dichas hipótesis (o supuestos) se utilizan los residuos del modelo ajustado $e_i = y_i - (b_0 + b_1 x_i)$.

Dichos residuos representan la información acerca de la relación entre X y Y que las variables independientes no logran explicar. Si el modelo es correcto, toda la información debería ser capturada por los regresores y los residuos no tendrían información sobre esta relación, con lo cual no deberían mostrar ningún patrón significativo, si lo tienen, esto implica que los supuestos del modelo no se cumplen.

El análisis de residuos pretende:

- Verificar las hipótesis del modelo.
- Sugerir mejoras al modelo o proponer modelos alternativos.
- Detectar datos atípicos, es decir, datos muy poco explicados por el modelo o muy influyentes en la estimación.

Dado que los errores no son iguales a los residuos, no se puede esperar que ambos se distribuyan de igual forma, aún cuando el modelo sea válido.

| | ϵ_i | e_i |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| | Desconocido | Conocido |
| Linealidad | $E(\epsilon_i)=0$ | $E(e_i)=0$ |
| Varianza constante | $V(\epsilon_i)=\sigma^2$ | $\sigma^2(1 - h_{ii})$ |
| Normalidad | $N(0, \sigma)$ | $N(0, \sigma_{e_i})$ |
| Independencia | Sí | No |

Cuadro 1.2: Validación de residuos

1.2.1 Distribución de los residuos

La varianza de los residuos se define como:

$$V(e_i) = \sigma^2(1 - h_{ii})$$

Donde h_{ii} no es constante y depende de x_i :

- h_{ii} mide la distancia entre X_i y \bar{X}
- $\sigma_{e_i} = \sigma\sqrt{1 - h_{ii}}$

- $s_{e_i} = s_R \sqrt{1 - h_{ii}}$

Bajo el supuesto de que h_{ii} es un número pequeño y asumiendo:

$$\sigma_{e_i}^2 \approx \sigma^2 \quad i=1,2,\dots,n$$

La varianza residual $s_{e_i}^2$ se aproxima a un valor constante y similar a s_R^2 .

Si el modelo es correcto, la distribución de los residuos será muy similar a la distribución del ruido (errores), con lo cual tiene sentido validar las hipótesis con los valores de los residuos:

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i$$

Los residuos se expresan en las mismas unidades que la variable respuesta, mientras más grande sea su valor, peor es la explicación del modelo al conjunto de datos.

Para evaluar cuánto explica el modelo para cada observación se calculan los residuos estandarizados:

$$e_i^* = \frac{e_i}{s_{e_i}}$$

Se resta la media y se divide para su desviación estándar.

$$\frac{e_i - \bar{e}}{s_{e_i}} = \frac{e_i - 0}{s_{e_i}} \quad (1.2)$$

Un valor de $|e_i^*|$ mayor a 2 indica que esta observación es peor explicada que el resto de observaciones del modelo.

$$e_i^* \sim t_{student} \quad v = n - 2$$

Análisis cualitativo

Es necesario graficar los residuos para descubrir si tienen información que podría servir para mejorar el modelo, dichos gráficos son:

- Residuos versus valores ajustados (linealidad y varianza constante)
- Gráfico de probabilidad de la distribución normal versus residuos (normalidad)

- Residuos versus variables explicativas

Con el enfoque cualitativo el objetivo principal es analizar el modelo global. Mientras que con el enfoque cuantitativo se analiza cada observación.

Análisis cuantitativo

En este caso interesa conocer de cada observación lo siguiente:

1. Grado de anormalidad
2. Grado de distancia en el espacio de las X 's
3. Grado de influencia en el modelo ajustado

Interesa enfocarse en aquellas observaciones con alto e_i^* , puesto que serán las peores explicadas por el modelo. Si el modelo es correcto se espera un 5% de observaciones con $|e_i^*| > 2$.

h_{ii} mide la distancia entre X_i y el centro de gravedad de las X 's en la muestra tomada para estimar el modelo.

$$h_{ii} = \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (1.3)$$

Observaciones con un valor h_{ii} mayor a $3\frac{p}{n}$ (p es el número de parámetros del modelo) implica que se encuentra fuera del intervalo de las X 's considerado para estimar el modelo.

Una observación (x_i, y_i) tiene influencia cuando el vector de coeficientes estimado usando todas las observaciones de la muestra es muy distinto del vector de coeficientes usando todos los puntos sin la observación i -ésima.

Existe una medida conocida como *distancia de Cook*, la cual mide el grado de influencia de las observaciones y se calcula con la siguiente fórmula:

$$DC_i = \frac{(\underline{b} - \underline{b}(i))' \underline{X}' \underline{X} (\underline{b} - \underline{b}(i))}{p S_R^2} \quad (1.4)$$

$$= e_i^{*2} \frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}} \frac{1}{p}$$

Donde:

$$h_{ii} = \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \quad (1.5)$$

p es el número de parámetros en el modelo y X es una matriz con dimensiones $n \times p$.

1.3 Regresión múltiple

1.3.1 Tabla ANOVA

La tabla ANOVA para los modelos lineales de regresión múltiple es la siguiente:

| Variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados (Sq) | Media Sq |
|----------------------------------|--------------------|---|----------------------------|
| Varianza explicada por el modelo | $v_E = p - 1$ | $SQ_E = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$ | $S_E^2 = \frac{SQ_E}{p-1}$ |
| Varianza Residual | $v_R = n - p$ | $SQ_R = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$ | $S_R^2 = \frac{SQ_R}{n-p}$ |
| Varianza total | $v_T = n - 1$ | $SQ_T = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$ | |

Cuadro 1.3: Tabla ANOVA regresión múltiple

La bondad de ajuste del modelo se mide mediante el coeficiente de determinación (R^2) que es el porcentaje de varianza explicada por el modelo. Sin embargo, esta medida tiene un problema respecto al número de variables incluidas en el modelo, ya que aumenta al adicionarse variables, si $p = n$, el $R^2 = 1$. De esta manera surge la medida conocida como R^2 -ajustado:

$$R_a^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n - 1}{n - p} = 1 - \frac{S_R^2}{S_Y^2} \quad (1.6)$$

$$\text{Con: } S_R^2 = \frac{\sum e_i^2}{n-p}, \quad S_R^2 = S_Y^2(1 - R_a^2)$$

1.3.2 Distribución de los coeficientes

Respecto a la distribución de los coeficientes se tiene que la esperanza y la varianza de \underline{b} es igual a:

$$\begin{aligned} E(\underline{b}) &= (\underline{X}' \underline{X}^{-1}) \underline{X}' E(\underline{Y}) \\ &= (\underline{X}' \underline{X}^{-1}) \underline{X}' (\underline{X}\beta) \\ &= \beta \end{aligned}$$

$$V(\underline{b}) = \sigma^2(\underline{X}' \underline{X})^{-1}$$

Puesto que los elementos de \underline{b} son una combinación lineal de y_i y que estos se distribuyen como una función normal estándar, \underline{b} también tiene distribución normal.

$$\underline{b} \sim N(\underline{\beta}; \sigma^2(\underline{X}' \underline{X})^{-1})$$

$$b_i \approx N(\beta_i; \sqrt{V(b_i)})$$

$$N(\beta_i; \sqrt{\sigma_{b_i}^2})$$

Donde σ^2 es desconocido, pero estimado por S_R^2 .

$$\hat{\sigma}^2 = S_R^2 = \frac{SQ_R}{n-p} = \frac{\underline{e}^T \underline{e}}{n-p} = \frac{\sum e_i^2}{n-p}$$

El estimador S_R^2 se divide para $n-p$, ya que en este caso $E(S_R^2) = \sigma^2$.

El intervalo para β_i al $(1-\alpha)\%$ de confianza se define de la siguiente manera:

$$[b_i - t_{\frac{\alpha}{2}, n-p} S_{b_i} ; b_i + t_{\frac{\alpha}{2}, n-p} S_{b_i}]$$

Finalmente respecto a las pruebas de significación, es posible evaluar si al menos uno de los parámetros estimados por el modelo es significativo, o si alguno de ellos es igual a un valor en particular.

Como se mencionó en la sección 1.1.1, el modelo teórico es:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_{p-1} x_{(p-1)i} + \epsilon_i$$

Las pruebas estadísticas que se suelen realizar para los coeficientes son:

1. Prueba estadística - un sólo coeficiente:

$$H_0 : \beta_1 = a$$

$$H_1 : \beta_1 \neq a$$

$$t = \frac{b_i - a}{S_{b_i}} \sim t \text{ Student}_v \quad v = n - p$$

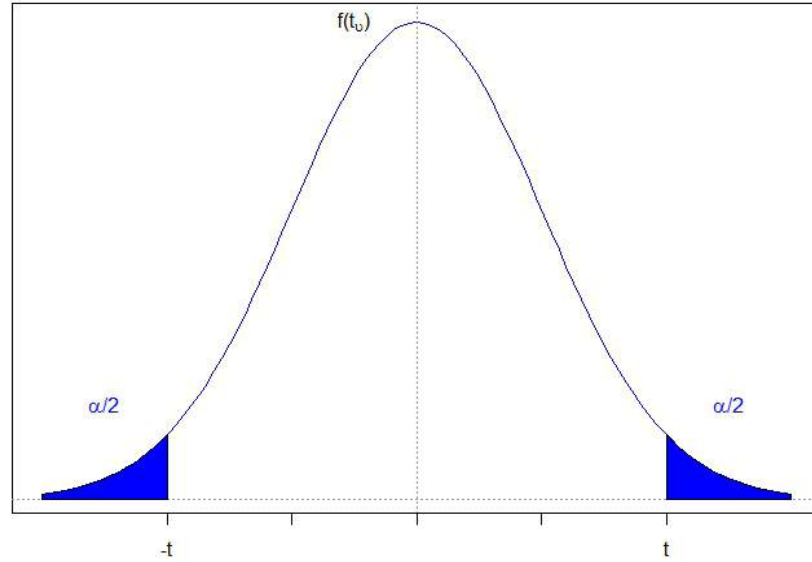


Figura 1.1: Prueba de un solo coeficiente - función de densidad t-Student

Si $|t|$ es mayor a 2, el valor plausible es menor a 0.05 y por tanto se rechaza H_0 . Si es menor a 2, no existe evidencia estadística para rechazar H_0 .

2. Prueba estadística - todos los coeficientes (excepto β_0):

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{p-1} = 0$$

$$H_1 : \exists \beta_i \neq 0$$

La hipótesis nula afirma que el valor esperado de la variable respuesta es constante y no depende de las X 's. Mientras que, la hipótesis alternativa afirma que existe al menos una X que explica Y .

Si H_0 es verdadera, el estadístico $F = \frac{S_E^2}{S_R^2}$ para la tabla ANOVA tiene distribución $F_{(p-1, n-p)}$.

3. Prueba estadística - grupos de coeficientes:

$$H_0 : C\beta = \underline{a}$$

$$H_1 : C\beta \neq \underline{a}$$

Donde C es una matriz con dimensiones $(p \times q)$ y \underline{a} es un vector compuesto por constantes de dimensión $q \times 1$.

En este caso se ajustan dos modelos:

– Modelo completo

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_{p-1}X_{p-1} + e$$

Se obtiene SQ_R , s_R^2 y $(n - p)$. La hipótesis nula determina q (número de parámetros en la prueba).

– Modelo cuando H_0 es verdadera

Se calcula el estadístico de prueba:

$$F = \frac{(SQ_{R,H_0} - SQ_R)}{q \cdot S_R^2} \sim F - Snedecor (q; n - p) \quad (1.7)$$

Donde α es el valor p de la prueba para determinar si se rechaza o no H_0 .

En lo que respecta a las predicciones es posible predecir y dado un valor observado de \underline{x}_0 , es decir, $y(\underline{x}_0)$, o se puede predecir el valor esperado de y con \underline{x}_0 , es decir, $E(y | \underline{x}_0)$.

- Estimación puntual en ambos casos: reemplazar \underline{x}_0 en el modelo ajustado, $\underline{x}_0 b$
- Intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para $E(y | \underline{x}_0)$

$$\underline{x}_0' b \pm t_{\frac{\alpha}{2}; n-p}^2 S_R \sqrt{\underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{x}_0}$$

- Intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para $y(\underline{x}_0)$

$$\underline{x}_0' b \pm t_{\frac{\alpha}{2}; n-p}^2 S_R \sqrt{1 + \underline{x}_0' (\underline{X}' \underline{X})^{-1} \underline{x}_0}$$

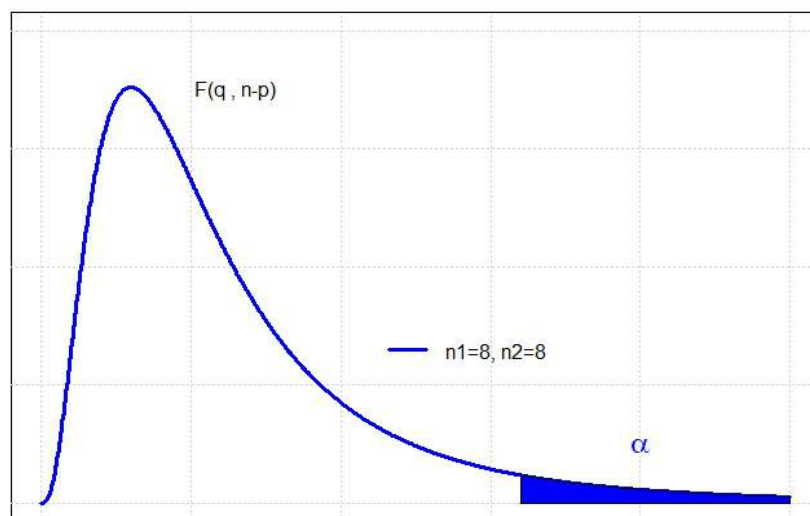


Figura 1.2: Prueba para un grupo de coeficientes - Función de densidad F

Un último aspecto importante a destacar en el modelo lineal múltiple es el grado de colinealidad entre variables, es decir, el grado de dependencia lineal existente entre ellas.

Un grado de colinealidad alto puede dificultar la interpretación de los resultados, puede incrementar la varianza de b_i y la varianza de la predicción, incluso el cálculo de la matriz inversa de $X'X$. Sin embargo, se debe tener presente que en la práctica es imposible evitar cierto grado de colinealidad.

1.4 Comparación estimación MCO y datos panel con efectos fijos

Como se explica en la sección 1.3, el tratamiento de datos de panel se realiza en la medida en que exista heterogeneidad entre los individuos a través del tiempo, a continuación se presenta una comparativa entre la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO agrupado) y datos de panel con efectos fijos.

Para ello, se emplea el conjunto de datos de bancos privados grandes y se estima la relación entre *cobertura a corto plazo* (variable dependiente) y *rentabilidad del patrimonio* (variable independiente) desde enero de 2007

hasta junio de 2016.

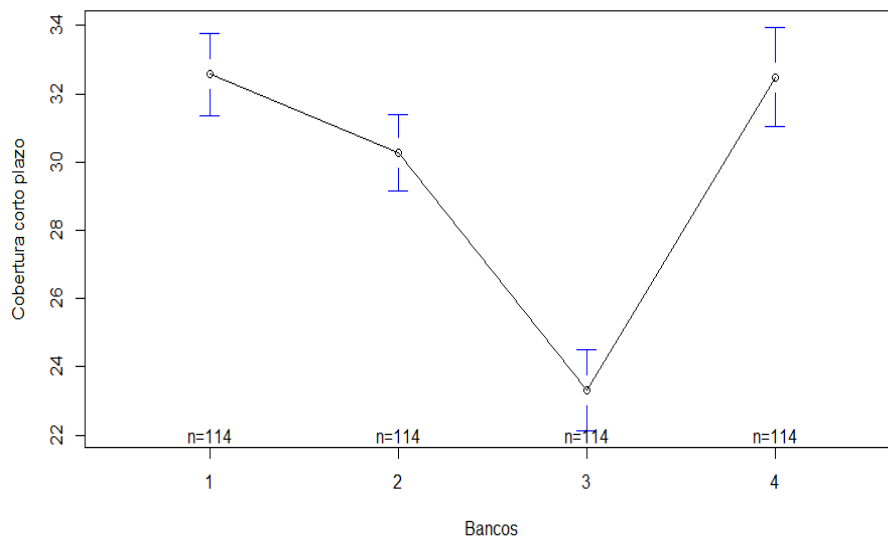


Figura 1.3: Heterogeneidad entre entidades financieras

En la figura 1.3 se observa el promedio de la variable *cobertura a corto plazo* segregado por banco, se aprecia que el valor medio difiere de forma significativa de un banco a otro, lo cual sugiere que existe heterogeneidad individual.

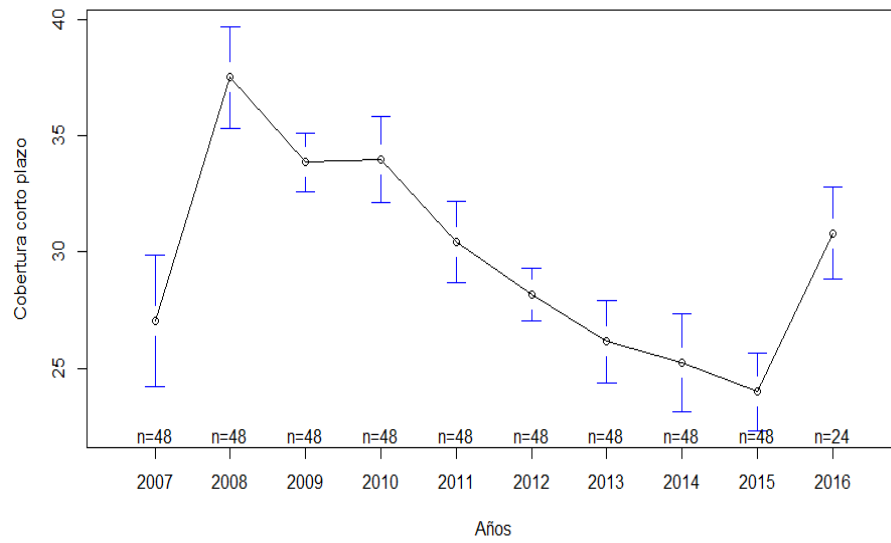


Figura 1.4: Heterogeneidad entre años

Del mismo modo, la figura 1.4 representa el promedio de la variable *cobertura a corto plazo* por año, con lo cual también se puede apreciar que la media ha cambiado a lo largo de la serie histórica.

En el siguiente cuadro se realiza la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO agrupado):

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|------------------------------|----------------------|
| cobertura a corto plazo | |
| rent_patrimonio | -0.035 (0.047) |
| constante | 30.053*** (0.644) |
| Observaciones | 456 |
| R ² | 0.001 |
| R ² ajustado | -0.001 |
| Error residual estándar | 7.710 (df = 454) |
| Estadístico F | 0.544 (df = 1; 454) |

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Cuadro 1.4: Estimación por mínimos cuadrados ordinarios

El cuadro 1.4 muestra que la variable *rentabilidad del patrimonio* no es significativa y el R^2 es cercano a cero, con lo cual el modelo no explica la varianza total de los datos y el estadístico F no es significativo al 5%.

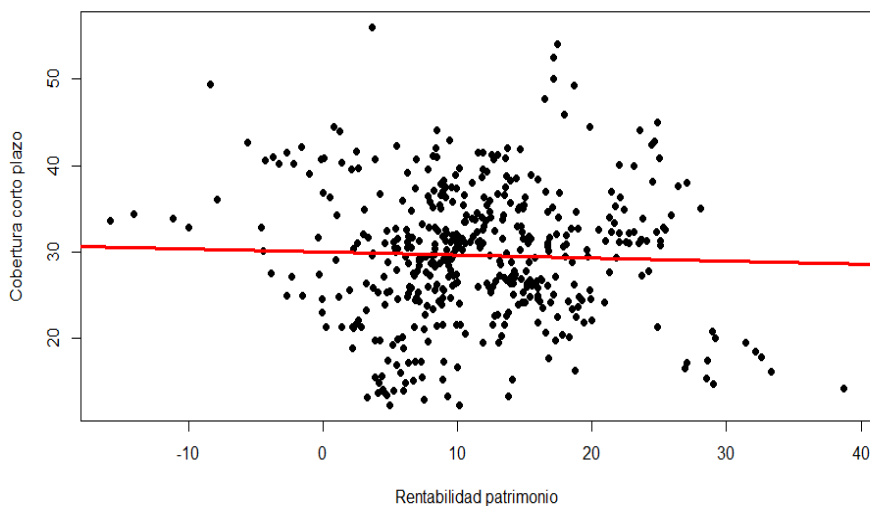


Figura 1.5: Valores observados vs. valores ajustados

Esto se corrobora en la figura 1.5 donde los puntos son los datos observados, mientras la línea roja representa los valores ajustados por el modelo de re-

gresión lineal, tal como se observa, ajustar una línea para todo el conjunto de datos no refleja apropiadamente la relación entre las variables.

En el siguiente cuadro se estima el modelo creando variables binarias para considerar el hecho de que pertenezca a un banco u otro.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| rent_patrimonio | -0.227*** (0.043) |
| factor(1 entidad X_3) | 35.899*** (0.881) |
| factor(2 entidad X_2) | 32.428*** (0.738) |
| factor(3 entidad X_1) | 25.055*** (0.696) |
| factor(4 entidad X_4) | 35.523*** (0.842) |
| Observaciones | 456 |
| R^2 | 0.955 |
| R^2 ajustado | 0.954 |
| Error residual estándar | 6.546 (df = 451) |
| Estadístico F | 1,907.986*** (df = 5; 451) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 1.5: Estimación con variables binarias

En el cuadro 1.5 se observa que ahora la variable *rentabilidad del patrimonio* es significativa, así como las variables binarias, lo cual indica que existe heterogeneidad individual y el hecho de ser un banco u otro tiene significación estadística. En este caso el R^2 es de 95 % y el estadístico F es significativo.

| | MCO | MCO BIN |
|--------------------------|---------|---------|
| (Intercepto) | 30.05 * | |
| | (0.64) | |
| rent_patrimonio | -0.03 | -0.23 * |
| | (0.05) | (0.04) |
| factor(1 entidad X_3) | | 35.90 * |
| | | (0.88) |
| factor(2 entidad X_2) | | 32.43 * |
| | | (0.74) |
| factor(3 entidad X_1) | | 25.05 * |
| | | (0.70) |
| factor(4 entidad X_4) | | 35.52 * |
| | | (0.84) |
| N | 456 | 456 |
| R^2 | 0.00 | 0.95 |
| adj. R^2 | -0.00 | 0.95 |
| Resid. sd | 7.71 | 6.55 |

Errores estándar en paréntesis

* Indica la significación $p < 0,05$

Cuadro 1.6: Comparación: MCO y MCO con variables binarias

En el cuadro 1.6 se aprecia que el coeficiente de regresión para la variable *rentabilidad del patrimonio* cambia en magnitud y significación entre el modelo MCO y el modelo MCO con la inclusión de las variables binarias.

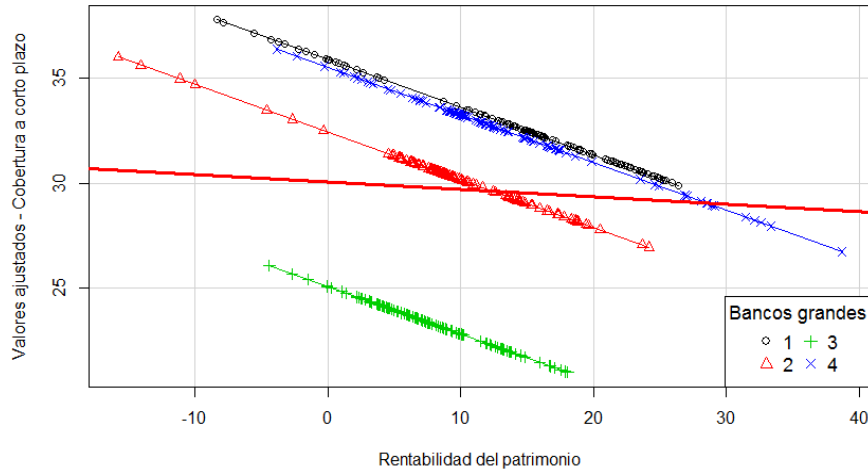


Figura 1.6: \hat{y} con variables binarias vs. rentabilidad del patrimonio

Como se observa en la figura 1.6 al incluir las variables binarias se ajusta una línea de regresión para cada entidad financiera. Mientras que en la estimación MCO agrupada al ajustar una sola línea de regresión, no es posible realiza un buen ajuste al conjunto de datos ya que no se considera la heterogeneidad individual.

Estos resultados son equivalentes a los que se obtendrían con la estimación por efectos fijos.

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|------------------------------|-----------------------------|
| cobertura a corto plazo | |
| rent_patrimonio | -0.227*** (0.043) |
| Observaciones | 456 |
| R ² | 0.058 |
| R ² ajustado | 0.057 |
| Estadístico F | 27.678*** (df = 1; 451) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 1.7: Estimación con efectos fijos

Apéndice 2

Análisis de bancos medianos y pequeños

2.1 Escenario base

2.1.1 Bancos medianos

Cobertura a corto plazo

Se realiza el mismo análisis con los bancos medianos. A continuación se presenta la estimación con datos de panel.

122 APÉNDICE 2. ANÁLISIS DE BANCOS MEDIANOS Y PEQUEÑOS

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|------------------------------|
| | cobertura a corto plazo |
| vul_patrimonio | -0.048*** (0.018) |
| grado_absorción | 0.035** (0.017) |
| spread | -0.215*** (0.077) |
| improd_activos | 0.327*** (0.050) |
| Observaciones | 1,026 |
| R ² | 0.048 |
| R ² ajustado | 0.042 |
| Estadístico F | 11.419*** (df = 4; 908) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.1: Bancos medianos: datos de panel con efectos fijos - cobertura a corto plazo vs. variables financieras

Del modelo con variables financieras se obtiene que la *vulnerabilidad del patrimonio* y la variable de rentabilidad (*spread*) tienen relación negativa, mientras *grado de absorción* e *improductividad de activos* tienen relación positiva con la *cobertura a corto plazo* para bancos medianos.

| Test de Hausman | | |
|---|-------|---------------------|
| $\chi^2 = 364.38$ | df= 4 | p-value = < 2.2e-16 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.2: Bancos medianos: test de Hausman - cobertura a corto plazo vs. variables financieras

El test de Hausman sugiere rechazar la hipótesis nula en favor de la alternativa, es decir, se escoge la estimación por efectos fijos.

Depósitos a la vista más cuasidinerero sobre liquidez total

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la estimación por efectos fijos.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---|
| | depósitos a la vista + cuasidinerero/liquidez total |
| vul.patrimonio | 0.043*** (0.003) |
| grado.absorción | -0.019*** (0.003) |
| spread | -0.180*** (0.012) |
| improd.activos | 0.018** (0.008) |
| Observaciones | 1,026 |
| R ² | 0.361 |
| R ² ajustado | 0.320 |
| Estadístico F | 128.334*** (df = 4; 908) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.3: Bancos medianos: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista + cuasidinerero/M2 vs. variables financieras

Según los resultados del cuadro 2.3 las variables *grado absorción* y *spread* tienen relación negativa con la variable *depósitos a la vista más cuasidinerero sobre liquidez total*. Mientras que *vulnerabilidad del patrimonio* e *improductividad de activos* muestran relación positiva.

| Test de Hausman | | |
|---|-------|--------------------|
| $\chi^2 = 992.67$ | df= 4 | p-value = <2.2e-16 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.4: Bancos medianos: test de Hausman - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras

El test de Hausman arroja un valor plausible muy pequeño, con lo cual se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa, es decir, la estimación por efectos fijos.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

En el siguiente cuadro se estima el modelo por efectos fijos con los indicadores financieros como variables independientes y los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* como variable respuesta.

| | <i>Variable dependiente:</i> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| | depósitos a la vista/oferta monetaria |
| vul_patrimonio | 0.297*** (0.043) |
| grado_absorción | -0.326*** (0.040) |
| spread | -3.731*** (0.183) |
| improd_activos | -0.218* (0.119) |
| Observaciones | 1,026 |
| R ² | 0.430 |
| R ² ajustado | 0.381 |
| Estadístico F | 171.324*** (df = 4; 908) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.5: Bancos medianos: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista/ M1 vs. variables financieras

De la estimación por efectos fijos se obtiene que *grado de absorción*, *spread* e *improductividad de activos* tienen relación negativa que resultó estadísticamente significativa con los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*, mientras que *vulnerabilidad del patrimonio* tiene relación positiva.

| | | |
|---|-------|---------------------|
| Test de Hausman | | |
| $\chi^2 = 81.485$ | df= 4 | p-value = < 2.2e-16 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.6: Bancos medianos: test de Hausman - depósitos a la vista/M1 vs. variables financieras

Como resultado del test de Hausman se escoge la estimación por efectos fijos, puesto que el valor plausible es bastante pequeño, con lo cual existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula en favor de la alternativa.

2.2 Bancos pequeños

Cobertura a corto plazo

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de la estimación por efectos fijos con datos de panel para bancos pequeños.

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|------------------------------|-----------------------------|
| cobertura a corto plazo | |
| vul_patrimonio | 0.417*** (0.158) |
| grado_absorción | 0.106*** (0.036) |
| spread | -0.132 (0.630) |
| improd_activos | 0.467*** (0.132) |
| | |
| Observaciones | 570 |
| R ² | 0.065 |
| R ² ajustado | 0.051 |
| Estadístico F | 7.845*** (df = 4; 452) |
| | |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.7: Bancos pequeños: datos de panel con efectos fijos - cobertura a corto plazo vs. variables financieras

De la estimación por efectos fijos se obtiene que *vulnerabilidad del patrimonio*, *grado de absorción* e *improductividad de activos* tienen relación positiva con *cobertura a corto plazo* de los bancos pequeños, mientras la variable de rentabilidad tiene una relación negativa.

| | | |
|---|-------|-------------------|
| Test de Hausman | | |
| $\chi^2 = 420.93$ | df= 4 | p-value = 2.2e-16 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.8: Bancos pequeños: test de Hausman - cobertura a corto plazo vs. variables financieras

Como resultado del test de Hausman se obtiene que el valor p está por debajo del nivel de significación por tanto se rechaza H_0 en favor de H_1 .

Depósitos a la vista más cuasidinerero sobre liquidez total

A continuación se presentan los resultados de la estimación por efectos fijos con datos de panel para la variable *depósitos a la vista más cuasidinerero sobre liquidez total*.

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|---|--------------------------|
| depósitos a la vista + cuasidinerero/liquidez total | |
| vul_patrimonio | -0.0001 (0.001) |
| grado_absorción | -0.001*** (0.0002) |
| spread | -0.028*** (0.003) |
| improd_activos | -0.007*** (0.001) |
| Observaciones | 570 |
| R ² | 0.479 |
| R ² ajustado | 0.380 |
| Estadístico F | 103.983*** (df = 4; 452) |

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Cuadro 2.9: Bancos pequeños: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista + cuasidinerero/M2 vs. variables financieras

128 APÉNDICE 2. ANÁLISIS DE BANCOS MEDIANOS Y PEQUEÑOS

Las variables que resultaron estadísticamente significativas son *grado de absorción*, *spread*, e *improductividad de activos*, todas con relación negativa con la variable respuesta para los bancos pequeños.

| | | |
|---|-------|--------------------|
| Test de Hausman | | |
| $\chi^2 = 25.559$ | df= 4 | p-value = 3.882e-5 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | | |

Cuadro 2.10: Bancos pequeños: test de Hausman - depósitos a la vista + cuasidinero/M2 vs. variables financieras

El test de Hausman arroja un valor plausible menor al nivel de significación, con lo cual se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa.

Depósitos a la vista sobre oferta monetaria

En el siguiente cuadro se presenta la estimación por efectos fijos con datos de panel para la variable *depósitos a la vista sobre oferta monetaria* de los bancos pequeños.

| <i>Variable dependiente:</i> | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| depósitos a la vista/oferta monetaria | |
| vul_patrimonio | -0.033*** (0.006) |
| grado_absorción | -0.001 (0.001) |
| spread | -0.054** (0.023) |
| improd_activos | -0.019*** (0.005) |
| Observaciones | 570 |
| R ² | 0.139 |
| R ² ajustado | 0.110 |
| Estadístico F | 18.289*** (df = 4; 452) |
| <i>Nota:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 |

Cuadro 2.11: Bancos pequeños: datos de panel con efectos fijos - depósitos a la vista/M1 vs. variables financieras

El cuadro 2.11 muestra que las variables *vulnerabilidad del patrimonio*, *spread* e *improductividad de activos* tienen relación negativa con los *depósitos a la vista sobre oferta monetaria*.

| Test de Hausman | |
|---|-------------------------------|
| $\chi^2 = 120.37$ | df= 4 p-value = <2.2e-16 |
| Hipótesis alternativa: un modelo es inconsistente | |

Cuadro 2.12: Bancos pequeños: test de Hausman - depósitos a la vista/M1 vs. variables financieras

El test de Hausman sugiere seleccionar la estimación por efectos fijos ya que se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa.

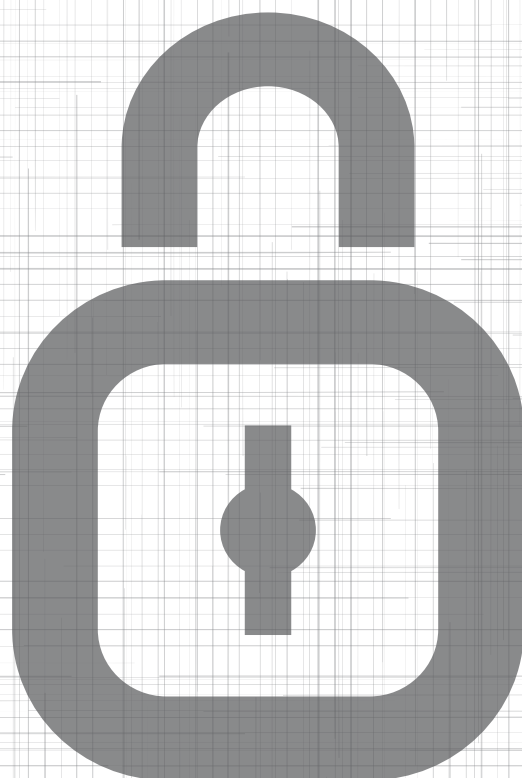
Autor:

Econ. Andrea Bayancela Espinel

Coordinación y edición:

Econ. David Villamar Cabezas
y Econ. Eugenio Paladines Camacho

Mayo 2017



© Corporación del Seguro de Depósitos, Fondo de Liquidez
y Fondos de Seguros Privados (COSEDE)
Av. Amazonas entre Unión Nacional de Periodistas y Alfonso Pereira
Plataforma Gubernamental de Gestión Financiera - Bloque 6
(Quito, Ecuador)
Telf: 593-2 396 0340
www.cosedegob.ec