RIESGOS FINANCIEROS

Notas Técnicas:

Duración esperada en Depósitos sin plazo contractual

Abril 28, 2025

GRUPO FINANCIERO BANORTE

RIESGOS FINANCIEROS

NOTAS TÉCNICAS

Duración esperada en Depósitos sin plazo contractual

INTRODUCCIÓN

Las instituciones bancarias están naturalmente expuestas a distintos tipos de riesgo, entre los que destacan los riesgos de balance, los cuales están relacionados con: a) exposición cambiaria, b) capital, c) liquidez y d) exposición resultante de los cambios en las tasas de interés (riesgo de tasa de interés).

El riesgo de tasa deriva de la brecha o diferencial entre las tasas a las que los bancos colocan sus activos y aquellas a las que fondean sus pasivos. Dado que el negocio bancario se basa en ese diferencial, implícito en la transformación de pasivos en activos colocados, la exposición a distintos tipos de tasas (fijas o variables) representa una fuente significativa de riesgo. En adición a lo anterior, otro elemento importante a ser considerado dentro del riesgo de tasa de interés es la diferencia entre la duración promedio de los activos y la duración promedio de los pasivos.

DEPÓSITOS SIN PLAZO CONTRACTUAL *(NON MATURITY DEPOSITS)*

Los depósitos sin plazo contractual de vencimiento (NMDs), constituyen una fuente importante de liquidez para las instituciones bancarias, por lo que su análisis y modelado es fundamental para la gestión de balance y el riesgo de liquidez.

La presente nota aborda un modelo de sobrevivencia/duración de los NMDs, proponiendo un enfoque que permita determinar su duración esperada a partir de datos históricos que incluyan episodios de estrés.

¿PARA QUE SIRVE MODELAR LOS DEPÓSITOS SIN PLAZO CONTRACTUAL?

Modelar los depósitos sin plazo contractual (NMDs) es fundamental para una gestión efectiva de activos y pasivos bancarios, ya que como se comentó con antelación, estos instrumentos representan una fuente significativa y estable de fondeo para los bancos. Su modelación adecuada permite:

1. **Estimar la duración esperada:** Permite asignarles una vida media efectiva y calcular su sensibilidad real ante movimientos en las tasas de interés.
2. **Gestionar el riesgo de tasa de interés:** Comportamiento de los depósitos ante distintos escenarios de tasas. Lo anterior permite medir con mayor precisión la brecha de vencimientos/duración y sensibilidades entre activos y pasivos.
3. **Cumplir con requerimientos regulatorios:** El estándar de Basilea IRRBB (*Interest Rate Risk in the Banking Book*) permite que los bancos modelen adecuadamente los NMDs para estimar su duración efectiva, y obtener métricas de riesgo como el *Economic Value of Equity* (1).
4. **Mejorar la planeación de liquidez y fondeo:** Al modelar la estabilidad y permanencia de los depósitos, los bancos pueden estimar con mayor precisión su riesgo de liquidez y por ende sus estrategias de fondeo alternativo y otras necesidades de liquidez intradía y estructural.

5. **Optimizar la rentabilidad del balance:** Modelar los NMDs permite asignar costos y beneficios correctamente dentro del esquema de precios de transferencia interno (FTP por sus siglas en inglés), reconociendo que estos depósitos generalmente tienen bajo costo y alto grado de estabilidad.
6. **Coberturas Naturales:** Dada su duración esperada, los depósitos estables pueden fungir como coberturas de carteras a tasa fija.

En resumen, aunque los NMDs no tienen vencimiento definido, modelar su comportamiento real permite al banco capturar su valor como fuente de fondeo estable, mitigar riesgos de tasa y liquidez, cumplir con expectativas regulatorias y optimizar la rentabilidad.

MODELO PARA DETERMINAR LA DURACIÓN ESPERADA EN DEPÓSITOS SIN PLAZO CONTRACTUAL

INSUMOS

Nuestro universo de estudio será el saldo/monto de los depósitos sin plazo contractual (NMDs). Se debe de utilizar como aspecto recomendable, al menos un historial de 60 meses de observaciones, el cual incluya episodios de estrés. Este periodo mínimo permite capturar la dinámica temporal de los datos, incluyendo la presencia de patrones estacionales y al menos un ciclo económico completo. Contar con un horizonte de observación suficientemente largo no solo mejora la capacidad del modelo para ajustarse adecuadamente a la estructura de los datos, sino que también incrementa la robustez estadística de las estimaciones y la confiabilidad de las proyecciones.

Se debe considerar el saldo disponible al cierre de cada mes de los depósitos sin plazo contractual (NMDs).

La variable de estudio del modelo corresponde al saldo disponible (SdoDisT) definida como:

$$SdoDisT = \sum_{i=1}^{n} SdoDis_i$$

Con el fin de eliminar efectos de tendencia, se utiliza una transformación logarítmica de los datos. Los datos analizados son los transformados por los logaritmos naturales de los saldos disponibles de cierre mensual para el mes t:

$$SP_t = ln\,(SdoDis_t)\ t = t-1, \ldots, t$$

MODELO

El supuesto principal del modelo es que la evolución de los saldos de depósitos sin plazo contractual (NMDs), se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$S_t = S_0 * e^{\lambda * t}$$

Dónde,

- S_t es el saldo de las cuentas en el tiempo t.
- S_0 es el saldo de las cuentas con Propósito Operacional en el tiempo origen.
- λ es la tasa de crecimiento o decremento calculada mediante la regresión.
- t es el tiempo de interés o de corte

Para determinar el parámetro lambda (λ) se genera una transformación logarítmica y se ajusta una regresión lineal, esta transformación tiene 2 grandes virtudes dentro de la base de datos; en primera instancia, suaviza la tendencia de la serie de datos y genera que la función de ajuste pueda ser estimada de mejor manera con un poder predictivo mayor R^2; por otro lado, la transformación permite expresar la ecuación eje del análisis de la siguiente manera:

$$ln(S_t) = ln\left(S_0 * e^{\lambda * t}\right) = ln(S_0) + \lambda * t$$

Considerando a $ln(S_t)$ como $Y(t)$, y $ln(S_0)$ como α (una constante) podemos expresar la ecuación de la siguiente manera:

$$Y(t) = \alpha + \lambda * t$$

La ecuación anterior puede ser estimada por medio de un método robusto y aceptado en el ámbito internacional que es una regresión lineal por medio de minimizar la esperanza suma de los errores cuadrados definidos por la siguiente ecuación:

$$Error_t = E[Y(t) - \widehat{Y(t)}]$$

Y el problema de minimización quedaría de la siguiente manera:

$$Min \sum_{t=1}^{n} E\left[Y(t) - \widehat{Y(t)}\right]^2$$

Los datos utilizados para generar el proceso antes descrito se deben generar mediante un análisis de cosechas, es decir, se debe analizar una serie histórica de la suma de mínimos a nivel cuenta a lo largo de un horizonte de tiempo y considerando varios cortes de la siguiente manera:

$$cosecha_{t,j} = min\{cosecha_{t-1,j}, saldo_{t,j}\}$$

Dónde,

- $cosecha_{t,j}$ es el saldo considerado para la observación t de la cuenta j
- $saldo_{t,j}$ es el saldo al tiempo t de la cuenta j

Una vez procesadas las cosechas, se calcula el promedio simple de los saldos observados en cada mes correspondiente a cada cosecha y se aplica el logaritmo natural a la serie resultante. Posteriormente, se ajusta un modelo de regresión lineal para estimar el parámetro lambda, el cual representa el ritmo de desgaste de los saldos en el tiempo.

Finalmente se construye la curva de duración esperada para los saldos de la muestra, ajustando la función exponencial con el factor lambda (pendiente) estimado. El modelo seleccionado para generar la curva es aquel con mejor significancia de acuerdo con el *p-value* y mayor poder predictivo R^2. De lo comentado con anterioridad, la caracterización de la función de duración y de desgaste serían de la siguiente manera:

$$duración \rightarrow S_t = S_0 e^{-\lambda t}$$

Para cada punto en el tiempo, se construye una tasa de desgaste en los saldos:

$$Desgaste_{t_i} = Duración_{t_{i+1}} - Duración_{t_i}, \qquad i \in [0,..,196]$$

$$y\ Duración_{t_0} = 100\%$$

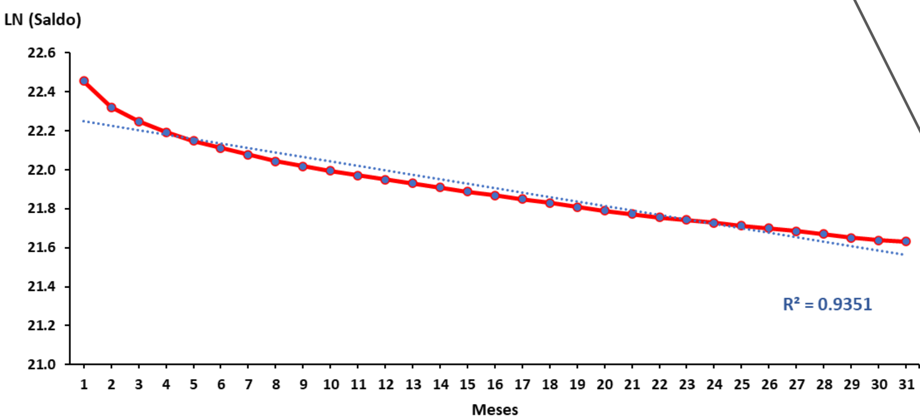
Derivado de lo anterior la curva de desgaste se representa de la siguiente manera:

$$desgaste \rightarrow S_0 - S_t = S_0(1 - e^{-\lambda t})$$

RESULTADOS

El siguiente gráfico resume la curva de duración de saldos de depósitos sin plazo contractual (NMDs).

Gráfica 1 Curva de duración esperada de depósitos sin plazo contractual (NMDs)



Fuente: Elaboración propia con información pública de CNBV y Banxico (2).

De lo comentado con anterioridad, la caracterización de la función de duración y de desgaste serían de la siguiente manera:

$$duración \rightarrow S_t = S_0 e^{-0.0228t}$$

$$desgaste \rightarrow S_0 - S_t = S_0(1 - e^{-0.0228t})$$

Si queremos conocer que porcentaje de nuestro saldo sobrevive dentro de un mes, remplazamos el valor de t por el valor de 1 en las funciones de duración y desgaste. El resultado sería el siguiente:

$$e^{-0.0228(1)} = 97.74\%$$

$$1 - e^{-0.0228(1)} = 2.26\%$$

Para construir las curvas de duración, debemos sustituir el valor de t por los meses para los cuales deseamos obtener la estimación. La siguiente tabla muestra un ejemplo de las tasas de sobrevivencia de los saldos considerados en el modelo.

Tiempo	*Duración*
0 Meses	100.0%
1 Meses	97.7%
2 Meses	95.5%
3 Meses	93.4%
4 Meses	91.3%
5 Meses	89.2%
6 Meses	87.2%
7 Meses	85.2%
8 Meses	83.3%
9 Meses	81.4%
10 Meses	79.6%
11 Meses	77.8%
12 Meses	76.1%

Para cada punto en el tiempo, se construyó una tasa de desgaste en los saldos:

$$Desgaste_{t_i} = Duración_{t_{i+1}} - Duración_{t_i}, \qquad i \in [0, .., N]$$

$$y\ Duración_{t_0} = 100\%$$

Una vez estimada la curva de duración mediante el modelo descrito, se procede a calcular la duración esperada promedio de los saldos. Este indicador se obtiene aplicando la siguiente fórmula, la cual pondera cada punto en el tiempo por su respectivo nivel de sobrevivencia, proporcionando así una medida resumen del tiempo promedio durante el cual los saldos permanecen activos:

$$Duración\ Esperada\ Promedio = [\sum_{i=1}^{N}(t_i)(\,Duración_{t_i})] \div \sum_{i=1}^{N}(\,Duración_{t_i})$$

Donde,

- i es cada punto en el tiempo.

CASO PRÁCTICO “CONSTRUCCIÓN DE COSECHAS DE LOS NMDS”

Para poder comprender mejor como se realiza la construcción de las cosechas, pongamos un ejemplo práctico.

Supongamos que tenemos 2 NMDs, y estamos interesados en entender cómo evolucionan a lo largo del año. En lugar de analizar promedios o el saldo final, nos enfocamos en el saldo mínimo acumulado que tuvieron mes a mes, comenzando desde un punto especifico en el año. Imaginemos que tomamos como referencia el mes 1 de un determinado año. Desde ahí, queremos saber cuál fue el menor saldo desde mes 1 hasta mes 6 de ese mismo año.

Los NMDs son los siguientes:

	1	2	3	4	5	6
NMD 1	$247	$352	$24	$97	$437	$446
NMD 2	$43	$379	$230	$113	$315	$242
Total	**$290**	**$731**	**$254**	**$210**	**$752**	**$688**

El análisis de cosechas se genera tomando el mínimo del saldo de los NMDs de un mes a otro de manera iterativa hasta que finaliza el periodo del análisis. Debido a que el mes 1 es el primer mes en nuestro ejemplo, este será el mes base de la primer cosecha. A continuación, vemos los resultados del análisis:

Cosecha 1	1	2	3	4	5	6
NMD 1	$247	$247	$24	$24	$24	$24
NMD 2	$43	$43	$43	$43	$43	$43
Total	**$290**	**$290**	**$67**	**$67**	**$67**	**$67**

Podemos observar que el saldo de la primer cosecha en el mes 1 no se ve afectado, sin embargo, a partir del mes 2, el saldo de esta cosecha ya no coincide con el saldo original reportado en el mes 2. Esto se debe a que, en el análisis de cosechas con base en mes el 1, el saldo del mes 2 corresponde al valor mínimo entre los saldos originales del mes 1 y el mes 2. De manera similar, el saldo del mes 3 en esta misma cosecha se obtiene comparando el saldo mínimo acumulado hasta el mes 2 con el saldo original del mes 3. Este proceso se repite mes a mes hasta llegar al final del periodo de análisis (mes 6 en este caso), permitiendo así construir la evolución del saldo mínimo acumulado desde el punto de partida.

Como siguiente paso, se toma el mes 2 como mes base para construir la segunda cosecha. A partir de ahí, se aplicará el mismo procedimiento de mínimos acumulados, considerando los saldos desde el mes 2 hasta el mes 6. Este proceso se repite de manera iterativa para cada mes base dentro del periodo de análisis, permitiendo generar una cosecha distinta para cada mes de observación.

Cosecha 2	2	3	4	5	6
NMD 1	$352	$24	$24	$24	$24
NMD 2	$379	$230	$113	$113	$113
Total	**$731**	**$254**	**$137**	**$137**	**$137**

...

Cosecha 6	6
NMD 1	$446
NMD 2	$242
Total	**$688**

A continuación, se agrupan los saldos totales de cada una de las cosechas generadas entre el mes 1 y el mes 6. En la siguiente tabla se puede observar cómo evolucionan los saldos mínimos acumulados mes a mes para cada cosecha, partiendo desde su saldo inicial. Esto permite visualizar el comportamiento de las distintas cosechas a lo largo del tiempo.

Matriz de Cosechas

Cosecha	Saldo Inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
1	$290	$290	$67	$67	$67	$67
2	$731	$254	$137	$137	$137	
3	$254	$137	$137	$137		
4	$210	$210	$210			
5	$752	$679				
6	$688					

Finalmente, se construye una cosecha agregada a partir del promedio de cada una de las columnas de la matriz de cosechas. A este promedio se le aplica un logaritmo natural, lo cual permite suavizar la serie y facilitar su interpretación. La serie transformada resultante se utiliza como insumo principal en el modelo de regresión lineal descrito previamente.

Serie	Saldo Inicial	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Cosecha Promedio	$488	$314	$138	$114	$102	$67
Ln (Cosecha Prom.)	6.19	5.75	4.93	4.73	4.62	4.20

CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE DURACIÓN DE LOS DEPÓSITOS SIN PLAZO CONTRACTUAL NMDS

Tomando como base el logaritmo del promedio de las cosechas, aplicamos el modelo de regresión lineal a la serie para estimar la tasa de desgaste. En un modelo de regresión lineal, la pendiente se calcula como el cociente de la covarianza entre la variable independiente con la dependiente y la varianza de la variable independiente. En nuestro modelo, el logaritmo de las cosechas es nuestra variable dependiente y el tiempo la variable independiente.

Ln Serie	Tiempo
6.19	0
5.75	1
4.93	2
4.73	3
4.62	4
4.20	5

Las fórmulas de la covarianza de la variable dependiente $\boldsymbol{Y}$ y la variable independiente $\boldsymbol{X}$, y de la varianza de $\boldsymbol{X}$ se muestran a continuación:

$$Cov(X,Y) = \sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n} \; ; Var(X) = \sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Donde,

- n es el número de observaciones de nuestro modelo, en este caso n toma el valor de 6 al tener un periodo de información de 6 meses.

Sustituyendo los valores obtenemos el factor de desgaste (parámetro $\boldsymbol{\lambda}$) de nuestra curva de duración:

$$\lambda = \frac{Cov(X,Y)}{Var(X)} = \frac{-1.1240}{2.9167} = -0.3854$$

Remplazamos el valor de lamba en nuestra función de duración; si queremos conocer que porcentaje de nuestro saldo sobrevive dentro de un mes, remplazamos el valor de t por el valor de 1 en las funciones de duración y desgaste. El resultado sería el siguiente:

$$duración \rightarrow e^{-0.3854(1)} = 68.02\%$$

$$desgaste \rightarrow \left(1 - e^{-0.3854(1)}\right) = 31.98\%$$

Para construir la curva de duración, debemos sustituir el valor de t por los meses para los cuales deseamos obtener la estimación. En este ejemplo, utilizaremos un horizonte de 12 meses como referencia. A continuación, se presentan las curvas resultantes:

Mes	Duración	Desgaste
0	100.00%	
1	68.02%	31.98%
2	46.27%	21.75%
3	31.47%	14.80%
4	21.41%	10.06%
5	14.56%	6.85%
6	9.90%	4.66%
7	6.74%	3.17%
8	4.58%	2.15%
9	3.12%	1.47%
10	2.12%	1.00%
11	1.44%	0.68%
12	0.98%	0.46%

CÁLCULO DE LA DURACIÓN ESPERADA PROMEDIO DE LOS DEPÓSITOS SIN PLAZO CONTRACTUAL NMDS

A continuación, se presenta un ejemplo práctico que ilustra como calcular la duración esperada de los NMDs a través del uso de la curva de desgaste estimada por nuestro modelo de regresión lineal.

Para obtener la duración esperada promedio de los NMDs, se pondera cada punto en el tiempo por su nivel de desgaste correspondiente. Es decir, se calcula un promedio ponderado utilizando la curva de duración como base, y el tiempo como variable de ponderación. Este método permite estimar el tiempo promedio en que los saldos de NMDs permanecen activos. El cálculo se expresa de la siguiente manera:

$$1(31.98\%) + 2(21.75\%) + 3(14.80\%) + \cdots + 12(0.46\%) = 2.97\ meses$$

Dado que la curva de desgaste se encuentra expresada en meses, el resultado obtenido de la duración esperada promedio también se encuentra en esta unidad de medición. Si deseamos expresarlo en años, solo dividimos el resultado entre 12. En este caso, podemos concluir que la duración esperada promedio de nuestros 2 NMDs es de aproximadamente es de 2.97 meses.

$$\frac{2.97\ meses}{12} = 0.25\ años$$

SUPUESTOS TÉCNICOS DEL MODELO DE DURACIÓN ESPERADA DE NMDS

1. **Modelo Univariado de Serie de Tiempo:**
    - El modelo se construye exclusivamente con base en los datos históricos de los saldos disponibles de depósitos sin plazo contractual, sin incorporar variables exógenas (como tasas de interés, inflación o comportamiento del cliente).
    - Se asume que los patrones históricos de desgaste (run-off) capturan adecuadamente la dinámica futura.

2. **Horizonte de Observación Mínimo:**
    - Se requiere al menos 60 observaciones mensuales (5 años) que incluyan episodios de estrés o volatilidad para garantizar robustez estadística y representatividad de distintos regímenes económicos.

3. **Transformación Logarítmica de Datos:**
    - Se aplican logaritmos naturales a los saldos mensuales para estabilizar la varianza, reducir la influencia de valores extremos y permitir la linealización del modelo exponencial.

4. **Construcción de Cosechas:**
    - El análisis parte del saldo mínimo acumulado mes a mes por cohorte (cosecha) de depósitos, con el objetivo de capturar la duración efectiva de los fondos sin considerar nuevas entradas.
    - Sólo se consideran cuentas activas al inicio del análisis, excluyendo aquellas que cambien a estado inactivo durante el periodo observado.

5. **Sin Consideración de Intereses o Crecimientos:**
    - Se asume que los depósitos no devengan intereses y que las entradas adicionales no forman parte del análisis (salvo cuentas nuevas), concentrándose únicamente en la estabilidad de los saldos existentes.

6. **Función de Duración Exponencial:**
    - El desgaste de los saldos sigue una función exponencial decreciente del tipo:

    $$S(t) = S_0 * e^{\wedge}(-\lambda t)$$

    Donde, λ representa la tasa de desgaste estimada mediante regresión lineal sobre los datos transformados.

7. **Duración Esperada como Promedio Ponderado:**
    - La duración esperada promedio se calcula ponderando cada periodo por el porcentaje de saldo sobreviviente, generando una medida resumen del tiempo medio de permanencia de los fondos.

8. **Estabilidad del Comportamiento:**
    - Se asume que el comportamiento pasado de los clientes es representativo del futuro, y que no existen eventos estructurales que modifiquen abruptamente el patrón de retiros.

RIESGOS Y LIMITACIONES DEL MODELO DE DURACIÓN ESPERADA DE NMDS

1. **Riesgo de Comportamiento del Cliente:**
   - El modelo supone que los patrones de retiro son consistentes en el tiempo, pero el comportamiento del depositante puede cambiar por factores no modelados como redes sociales, percepción de riesgo bancario o cambios en las tasas de interés de mercado.

2. **Riesgo de Modelado y Supuestos Simplificados:**
   - El enfoque univariado no incorpora variables macroeconómicas, condiciones del mercado, ni factores como campañas comerciales o innovaciones digitales que podrían alterar la permanencia de los depósitos.

3. **Riesgo de Subestimación de la Volatilidad:**
   - Al basarse en promedios y regresiones sobre datos logarítmicos, el modelo puede suavizar excesivamente los cambios y subestimar la variabilidad real, especialmente en ciclos cortos o recientes.

4. **Limitaciones por Ventana de Observación:**
   - Si el historial disponible no incluye eventos de estrés significativos, el modelo puede sobreestimar la duración esperada de los depósitos, generando una falsa sensación de estabilidad.

5. **Riesgo Regulatorio:**
   - Si bien el modelo es consistente con Basilea IRRBB, no todas las jurisdicciones permiten metodologías internas para estimar duración de NMDs, lo que podría limitar su aplicabilidad en reportes regulatorios.

6. **Dependencia del Corte y Construcción de Cosechas:**
   - La técnica de cosechas depende del punto inicial y puede ser sensible a anomalías en los saldos (picos o caídas inusuales), afectando la estimación del parámetro de desgaste (lambda).

7. **Ausencia de Validación Backtesting Exhaustiva:**
   - En muchos casos, la validación histórica del modelo con datos fuera de muestra o ejercicios de backtesting es limitada, lo que puede reducir la confianza estadística de sus proyecciones a futuro.

8. **Riesgo de Desalineación con Otros Modelos de Balance:**
   - Si la duración estimada no está coordinada con los modelos de activos, otros pasivos o estrategias de fondeo, puede producirse una desalineación estructural con implicaciones negativas sobre la gestión de liquidez, ALCO y transfer pricing.

NOTAS Y REFERENCIAS

(1) Banco Internacional de Pagos, *Basel Committee on Banking Supervision*, The Basel Framework.

(2) Información detallada de bancos en www.banxico.org.mx y www.cnbv.gob.mx

(3) Para saber más de NMDs, ver Hoffman, Frontczak y Pierbon, ECB, Modeling the duration of retail bank deposits.

(4) Para saber más de NMDs, ver Chen, BTRM, The impact of Deposit Modeling on Interest Rate Risk in the Banking Book (IRRBB) sensitivity metrics: a worked ilustration.

RIESGOS FINANCIEROS