



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Administración Integral de Riesgos

Proyecto 2 Riesgo de Crédito

Profesor: Jorge Luis Reyes Garcia

Fecha de entrega: 23 de Marzo de 2025

Definición de variables macroeconómicas

Para este proyecto, se usaron las siguientes variables que fueron extraídas mediante una API, con la ayuda del software Python (**código del proyecto** [5]), de la página web oficial del Banco de México (Banxico) [1]. Las variables macroeconómicas extraídas de Banxico [2] son las siguientes:

- **Valor_UDIS**: Valor de las Unidades de Inversión (UDIS).
- **Inflación_mensual**: Variación mensual del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).
- **IPC**: Índice de Precios y Cotizaciones al cierre del mercado.
- **Salarios_Mínimos_General**: Salario mínimo vigente.
- **Deuda_Total_Neta_Sector_Público_Económico**: Deuda total neta del sector público económico.
- **Base_monetaria_observada**: Suma total de dinero en circulación más reservas bancarias.
- **Tipo_cambio_FIX**: Tipo de cambio FIX peso-dólar.
- **Tasa_interes_THIE_28d**: Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio a 28 días.
- **Tasa_interes_objetivo_Banxico**: Tasa objetivo del Banco Central.
- **CETES_28_días**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 28 días.
- **CETES_91_días**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 91 días.
- **CETES_182_días**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 182 días.
- **Inflación_anual**: Inflación anual observada.
- **INPC**: Índice Nacional de Precios al Consumidor general.
- **Reservas_internacionales**: Reservas internacionales del país.
- **Crédito_sector_privado**: Crédito total otorgado al sector privado.
- **Balanza_comercial**: Saldo de la balanza comercial de bienes.
- **Exportaciones_automotrices**: Valor de las exportaciones automotrices.
- **Producción_agropecuaria**: Nivel de producción del sector agropecuario.
- **Gasto_corriente_gobierno**: Gasto corriente ejercido por el gobierno.
- **Déficit_fiscal**: Diferencia entre los ingresos y gastos públicos.
- **Deuda_externa_sector_público**: Deuda externa total del sector público.
- **Deuda_interna_sector_público**: Deuda interna total del sector público.
- **Remesas_familiares**: Ingresos por remesas recibidas del exterior.
- **Inversión_fija_bruta**: Inversión total en maquinaria, equipo y construcción.
- **Producción_industrial**: Producción total del sector industrial.
- **Capitalización_bancaria**: Nivel de capitalización del sistema bancario.
- **Índice_morosidad_bancaria**: Índice de morosidad de la banca comercial.
- **Producción_petróleo**: Volumen de producción petrolera nacional.
- **Producción_gas_natural**: Volumen de producción de gas natural.
- **Índice_Producción_Manufacturera**: Índice de la actividad manufacturera.
- **Deuda_neta_gobierno_federal**: Deuda neta del gobierno federal.

- **Índice_producción_construcción:** Índice de la producción del sector construcción.

Estas variables presentadas reflejan diversos aspectos clave de la economía que permiten evaluar el desempeño general, tanto en el ámbito financiero como en la actividad productiva y de consumo. Estas variables abarcan indicadores relacionados con:

1. **Precios y Poder Adquisitivo:** Como el salario mínimo, la inflación (mensual y anual), el INPC y el valor de las UDIS. Estos datos son cruciales para analizar el costo de vida y el poder adquisitivo.
2. **Tasas de Interés y Política Monetaria:** Incluyen la TIEE, CETES, la tasa objetivo del Banxico y variables monetarias como la base monetaria. Estas variables son esenciales para entender el costo del crédito y las condiciones de liquidez.
3. **Actividad Productiva y Comercial:** Variables como la producción industrial, agropecuaria, manufacturera, automotriz, y de hidrocarburos permiten evaluar el desempeño económico en sectores clave.
4. **Sector Externo y Finanzas Públicas:** Incluyen la balanza comercial, reservas internacionales, remesas, deuda pública, déficit fiscal y gasto gubernamental, lo cual proporciona una visión del manejo fiscal y el entorno externo.
5. **Sistema Financiero:** Se consideran variables como la capitalización bancaria, el índice de morosidad y el crédito al sector privado, para analizar la salud del sistema bancario y su capacidad de financiamiento.

En conjunto, estas variables proporcionan una visión amplia y detallada de la situación económica de un país, ofreciendo las bases para analizar las tendencias en precios, crecimiento económico, condiciones de crédito y estabilidad financiera.

Todos los modelos fueron desarrollados en Python y R, tomando los datos procesados en Python para la presentación de los resultados.

Para todos los modelos comenzamos importando los datos desde el archivo Excel titulado "DB", del cual extraemos los IMORA y las variables macroeconómicas antes descritas para la construcción del modelo. Posteriormente, se construye el Escenario Base y la tabla de Variables para su tratamiento y escalado, dependiendo del banco que se analice.

Modelo Macroeconómico de Probabilidad de Incumplimiento (Total Banca Múltiple)

Al realizar nuestra importación, escalado y tratamiento de los datos, obtuvimos el siguiente summary:

OLS Regression Results						
=====						
Dep. Variable:	Score	R-squared:	0.949			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.941			
Method:	Least Squares	F-statistic:	115.5			
Date:	Sat, 22 Mar 2025	Prob (F-statistic):	8.01e-43			
Time:	04:58:16	Log-Likelihood:	144.10			
No. Observations:	87	AIC:	-262.2			
Df Residuals:	74	BIC:	-230.1			
Df Model:	12					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-1.8896	0.010	-180.236	0.000	-1.910	-1.869
x1	0.9014	0.154	5.860	0.000	0.595	1.208
x4	-0.4532	0.068	-6.708	0.000	-0.588	-0.319
x5	0.3589	0.071	5.067	0.000	0.218	0.500
x6	0.1412	0.096	1.476	0.144	-0.049	0.332
x7	-0.0200	0.010	-1.999	0.049	-0.040	-6.15e-05
x10	0.6390	0.146	4.383	0.000	0.349	0.929
x12	0.0140	0.006	2.263	0.027	0.002	0.026
x14	-1.1380	0.161	-7.049	0.000	-1.460	-0.816
x15	-0.6880	0.149	-4.609	0.000	-0.985	-0.391
x17	-0.0943	0.025	-3.824	0.000	-0.143	-0.045
x18	0.0565	0.020	2.849	0.006	0.017	0.096
x20	0.0075	0.005	1.366	0.176	-0.003	0.018
=====						
Omnibus:	0.976	Durbin-Watson:	1.065			
Prob(Omnibus):	0.614	Jarque-Bera (JB):	0.992			
Skew:	-0.120	Prob(JB):	0.609			
Kurtosis:	2.536	Cond. No.	94.0			

Figura 1: *Summary de Total Banca Múltiple*

En donde, las variables que fueron significativas para este modelo fueron:

- **Valor_UDIS (x1)**: Valor de las Unidades de Inversión (UDIS).
- **Salarios_Mínimos_General (x4)**: Salario mínimo vigente.
- **Deuda_Total_Neta_Sector_Público_Económico (x5)**: Deuda total neta del sector público económico.
- **Tipo_cambio_FIX (x7)**: Tipo de cambio FIX peso-dólar.
- **CETES_28_días (x10)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 28 días.
- **CETES_182_días (x12)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 182 días.
- **INPC (x14)**: Índice Nacional de Precios al Consumidor general.
- **Reservas_internacionales (x15)**: Reservas internacionales del país.
- **Balanza_comercial (x17)**: Saldo de la balanza comercial de bienes.
- **Exportaciones_automotrices (x18)**: Valor de las exportaciones automotrices.

R^2 : Es 0.949, lo que indica que el 94,9 % de la variación en la variable dependiente (Score) está explicada por las variables independientes del modelo.

R^2 **ajustada**: El R^2 ajustado es 0,941, lo que confirma que el ajuste del modelo es fuerte incluso considerando el número de variables.

Al obtener nuestros datos de **IMORA/PD Proxy** y **IMOR Estimado Macro Base** en Python, realizamos el gráfico para su análisis:

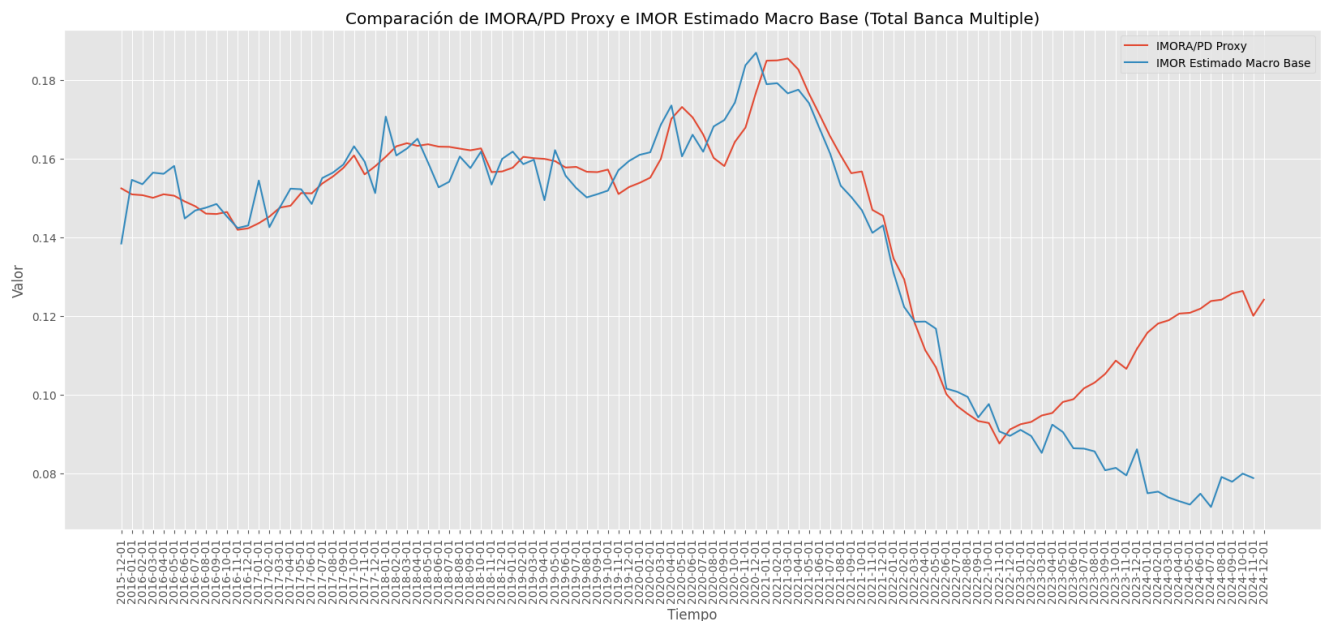


Figura 2: *Gráfico de Total Banca Múltiple*

El gráfico muestra la comparación entre dos series de datos relacionadas con el indicador de morosidad (IMORA) o probabilidad de incumplimiento (PD), en el contexto de la banca múltiple:

- **Línea roja (IMORA/PD Proxy):** Representa una estimación de la morosidad o probabilidad de incumplimiento basada en modelo proxy.
- **Línea azul (IMOR Estimado Macro Base):** Representa el IMOR estimado a partir de un modelo macroeconómico.

Análisis del gráfico

- **Período inicial (2015 - 2017):** Ambas series se mantienen relativamente cercanas, con pequeñas fluctuaciones. El modelo proxy presenta una menor variabilidad inicial frente al macroeconómico.
- **Período de crecimiento (2017 - 2020):** Se observa un incremento progresivo en ambas series, lo que sugiere un deterioro en la calidad crediticia, posiblemente por factores económicos adversos.
- **Caída pronunciada (2020 - 2021):** A partir de la pandemia de COVID-19, las dos series muestran una fuerte caída, probablemente reflejando medidas de apoyo económico y reestructuración de créditos.
- **Recuperación y divergencia (2022 - 2024):** Desde finales de 2022, ambas series tienden a recuperarse, aunque con una marcada divergencia: el modelo proxy crece más consistentemente, mientras que el macroeconómico muestra mayor volatilidad e incluso tendencia a la baja en algunos puntos.

Conclusión

La correlación entre ambas series continúa siendo elevada en los primeros años del análisis, pero en los últimos periodos se evidencia mayor volatilidad en el modelo macroeconómico. Esto puede reflejar una mayor sensibilidad a factores externos como tasas de interés, inflación o choques económicos.

El modelo estadístico presenta un ajuste sobresaliente ($R^2 = 0,949$) y la mayoría de las variables son altamente significativas. No obstante, el valor del estadístico Durbin-Watson (1.065) podría indicar la presencia de autocorrelación en los residuos, lo cual debe ser considerado al momento de realizar inferencias. Las pruebas de normalidad no indican problemas graves.

Modelo Macroeconómico de Probabilidad de Incumplimiento (BBVA)

Al realizar nuestra importación, escalado y tratamiento de los datos, obtuvimos el siguiente summary:

OLS Regression Results						
=====						
Dep. Variable:	Score	R-squared:	0.934			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.925			
Method:	Least Squares	F-statistic:	97.02			
Date:	Sat, 22 Mar 2025	Prob (F-statistic):	1.05e-39			
Time:	04:58:35	Log-Likelihood:	143.01			
No. Observations:	87	AIC:	-262.0			
Df Residuals:	75	BIC:	-232.4			
Df Model:	11					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-1.9864	0.010	-189.795	0.000	-2.007	-1.966
x1	0.6794	0.166	4.086	0.000	0.348	1.011
x4	-0.5013	0.057	-8.758	0.000	-0.615	-0.387
x5	0.4600	0.056	8.185	0.000	0.348	0.572
x7	-0.0374	0.010	-3.793	0.000	-0.057	-0.018
x10	0.4216	0.141	2.997	0.004	0.141	0.702
x12	0.0143	0.006	2.390	0.019	0.002	0.026
x13	0.6637	0.298	2.228	0.029	0.070	1.257
x14	-1.5091	0.397	-3.798	0.000	-2.301	-0.718
x15	-0.4299	0.146	-2.953	0.004	-0.720	-0.140
x17	-0.0581	0.017	-3.363	0.001	-0.092	-0.024
x21	0.0261	0.011	2.276	0.026	0.003	0.049
=====						
Omnibus:	1.614	Durbin-Watson:	1.075			
Prob(Omnibus):	0.446	Jarque-Bera (JB):	1.563			
Skew:	0.233	Prob(JB):	0.458			
Kurtosis:	2.536	Cond. No.	208.			

Figura 3: *Summary de BBVA*

En donde, las variables que fueron significativas para este modelo fueron:

- **Valor_UDIS (x1)**: Valor de las Unidades de Inversión (UDIS).
- **Salarios_Mínimos_General (x4)**: Salario mínimo vigente.
- **Deuda_Total_Neta_Sector_Público_Económico (x5)**: Deuda total neta del sector público económico.
- **CETES_28_días (x10)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 28 días.
- **CETES_182_días (x12)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 182 días.
- **Inflación_anual (x13)**: Inflación anual observada.
- **INPC (x14)**: Índice Nacional de Precios al Consumidor general.
- **Reservas_internacionales (x15)**: Reservas internacionales del país.
- **Balanza_comercial (x17)**: Saldo de la balanza comercial de bienes.
- **Déficit_fiscal (x21)**: Diferencia entre los ingresos y gastos públicos.

R^2 : Es 0.934, lo que indica que el 93,4 % de la variación en la variable dependiente (Score) está explicada por las variables independientes del modelo.

R^2 **ajustada**: El R^2 ajustado es 0,925, lo cual demuestra un ajuste sólido del modelo, incluso considerando la penalización por el número de variables utilizadas.

Al obtener nuestros datos de **IMORA/PD Proxy** y **IMOR Estimado Macro Base** en Python, realizamos el gráfico para su análisis:

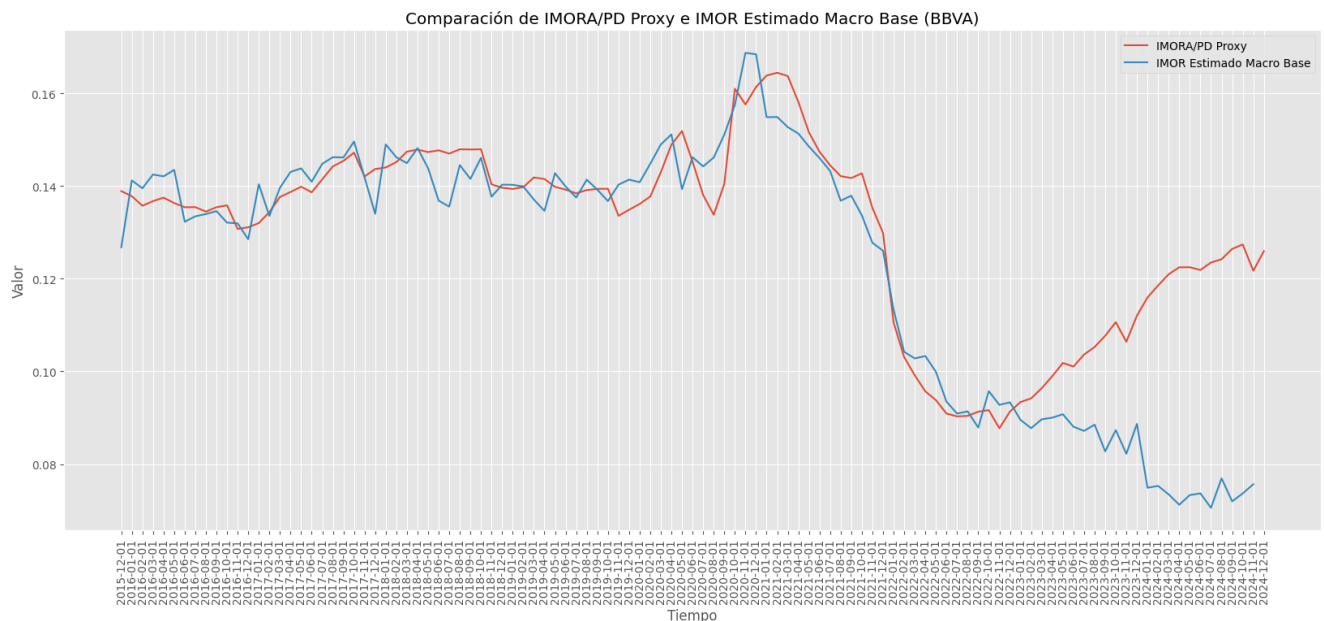


Figura 4: Gráfico de BBVA: Comparación IMORA/PD Proxy e IMOR Estimado Macro Base

El gráfico muestra la comparación entre dos series de datos relacionadas con el indicador de morosidad (IMORA) o probabilidad de incumplimiento (PD), en el contexto del banco BBVA:

- **Línea roja (IMORA/PD Proxy):** Representa una estimación de la morosidad o probabilidad de incumplimiento basada en modelo proxy.
- **Línea azul (IMOR Estimado Macro Base):** Representa el IMOR estimado a partir de un modelo macroeconómico.

Análisis del gráfico

- **Período inicial (2015 - 2017):** Ambas series se encuentran en niveles similares, con diferencias menores y cierta estabilidad general.
- **Período de crecimiento (2017 - 2020):** Se registra un alza importante en ambas series, con ligeras variaciones entre ellas, lo cual podría reflejar un deterioro generalizado del portafolio crediticio.
- **Caída pronunciada (2020 - 2021):** Se evidencia una fuerte disminución de la morosidad estimada, probablemente debido a políticas de alivio financiero aplicadas durante la pandemia (reestructuras, apoyos, diferimientos).
- **Recuperación y divergencia (2022 - 2024):** Ambas series comienzan a crecer nuevamente, pero la proxy (línea roja) muestra una tendencia más sostenida al alza, mientras que el estimado macroeconómico (línea azul) desciende, lo cual puede reflejar diferencias en la sensibilidad a variables macroeconómicas o choques externos.

Conclusión

La línea azul muestra más fluctuaciones, lo que puede ser un reflejo de la sensibilidad del modelo macroeconómico ante cambios en el entorno económico.

A pesar de la volatilidad, ambas líneas muestran tendencias similares en ciertos períodos clave (caída de 2020-2024 y la recuperación posterior).

La correlación entre ambas series es alta, sugiriendo que ambos métodos capturan adecuadamente la tendencia de morosidad. La caída abrupta en 2020-2024 refleja políticas de alivio económico, y la volatilidad en la serie macroeconómica podría indicar un entorno económico más incierto.

El modelo parece ajustarse bien a los datos ($R^2 = 0.934$) y la mayoría de las variables son altamente significativas. Sin embargo, el bajo valor de Durbin-Watson sugiere que puede haber autocorrelación positiva en los residuos, lo que podría requerir una revisión o ajuste adicional del modelo.

Modelo Macroeconómico de Probabilidad de Incumplimiento (Banorte)

Al realizar nuestra importación, escalado y tratamiento de los datos, obtuvimos el siguiente summary:

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	Score	R-squared:	0.934			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.926			
Method:	Least Squares	F-statistic:	108.0			
Date:	Sat, 22 Mar 2025	Prob (F-statistic):	1.02e-40			
Time:	05:07:22	Log-Likelihood:	127.83			
No. Observations:	87	AIC:	-233.7			
Df Residuals:	76	BIC:	-206.5			
Df Model:	10					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-1.7991	0.010	-176.092	0.000	-1.819	-1.779
x1	1.9901	0.526	3.783	0.000	0.942	3.038
x2	0.0381	0.018	2.167	0.033	0.003	0.073
x3	-1.1139	0.512	-2.175	0.033	-2.134	-0.094
x4	-0.5401	0.074	-7.258	0.000	-0.688	-0.392
x5	0.4637	0.077	6.002	0.000	0.310	0.618
x6	0.2118	0.100	2.125	0.037	0.013	0.410
x7	-0.0380	0.011	-3.428	0.001	-0.060	-0.016
x10	0.6816	0.129	5.290	0.000	0.425	0.938
x13	-1.2195	0.138	-8.844	0.000	-1.494	-0.945
x15	-0.7116	0.135	-5.277	0.000	-0.980	-0.443
Omnibus:	3.540	Durbin-Watson:	1.291			
Prob(Omnibus):	0.170	Jarque-Bera (JB):	3.252			
Skew:	-0.474	Prob(JB):	0.197			
Kurtosis:	2.981	Cond. No.	246.			

Figura 5: *Summary de Banorte*

En donde, las variables que fueron significativas para este modelo fueron:

- **Valor_UDIS (x1)**: Valor de las Unidades de Inversión (UDIS).
- **Inflación_mensual (x2)**: Variación mensual del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).
- **IPC (x3)**: Índice de Precios y Cotizaciones al cierre del mercado.
- **Salarios_Mínimos_General (x4)**: Salario mínimo vigente.
- **Deuda_Total_Neta_Sector_Público_Económico (x5)**: Deuda total neta del sector público económico.
- **Tipo_cambio_FIX (x7)**: Tipo de cambio FIX peso-dólar.
- **CETES_28_días (x10)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 28 días.
- **Inflación_anual (x13)**: Inflación anual observada.
- **Reservas_internacionales (x15)**: Reservas internacionales del país.

R^2 : Es 0.934, lo que indica que el 93,4 % de la variación en la variable dependiente (Score) está explicada por las variables independientes del modelo.

R^2 **ajustada**: El R^2 ajustado es 0,926, lo que indica que el modelo se mantiene fuerte incluso ajustando por el número de variables explicativas.

Al obtener nuestros datos de **IMORA/PD Proxy** y **IMOR Estimado Macro Base** en Python, realizamos el gráfico para su análisis:

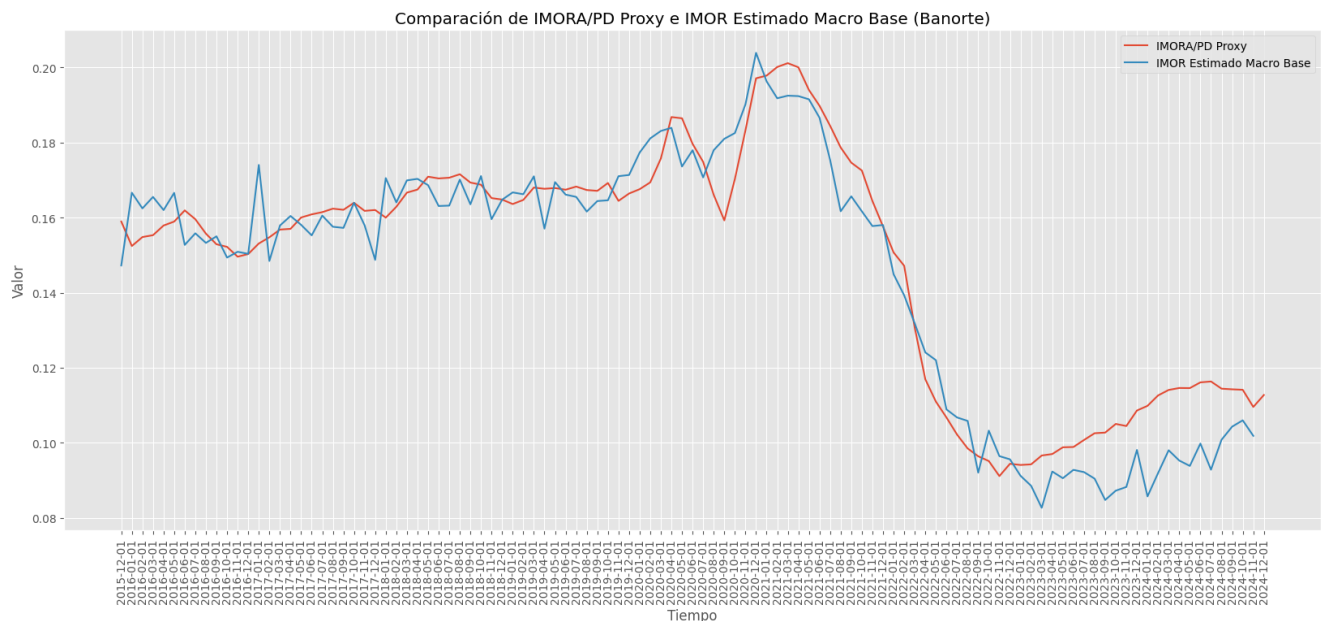


Figura 6: Gráfico de Banorte: Comparación IMORA/PD Proxy e IMOR Estimado Macro Base

El gráfico muestra la comparación entre dos series de datos relacionadas con el indicador de morosidad (IMORA) o probabilidad de incumplimiento (PD), en el contexto del banco Banorte:

- **Línea roja (IMORA/PD Proxy):** Representa una estimación de la morosidad o probabilidad de incumplimiento basada en modelo proxy.
- **Línea azul (IMOR Estimado Macro Base):** Representa el IMOR estimado a partir de un modelo macroeconómico.

Análisis del gráfico

- **Período inicial (2015 - 2017):** Ambas series mantienen niveles estables con ligeras diferencias. La línea azul muestra picos más volátiles durante este período.
- **Período de crecimiento (2017 - 2020):** Se observa una clara tendencia al alza en ambas series, lo cual puede reflejar un deterioro económico generalizado y aumento en incumplimientos.
- **Caída pronunciada (2020 - 2021):** Durante la pandemia de COVID-19, ambas líneas muestran una fuerte disminución, posiblemente por políticas de apoyo financiero.
- **Recuperación y divergencia (2022 - 2024):** A partir de 2022, ambas series tienden a recuperarse, pero el modelo proxy (rojo) sube más rápido, mientras que el estimado macroeconómico (azul) lo hace de forma más moderada y volátil.

Conclusión

Ambas series presentan una relación cercana, especialmente en los primeros años. Sin embargo, después de 2022 se amplía la brecha entre el proxy y el modelo macroeconómico, lo que puede deberse a una mayor sensibilidad del segundo a choques externos.

El modelo de regresión ofrece un ajuste robusto ($R^2 = 0,934$) y múltiples variables con alta significancia estadística. Aunque el estadístico Durbin-Watson (1.291) sugiere una posible autocorrelación, no parece ser grave. Las pruebas de normalidad son aceptables.

Modelo Macroeconómico de Probabilidad de Incumplimiento (Santander)

Al realizar nuestra importación, escalado y tratamiento de los datos, obtuvimos el siguiente summary:

OLS Regression Results						
=====						
Dep. Variable:	Score	R-squared:	0.887			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.868			
Method:	Least Squares	F-statistic:	48.17			
Date:	Sat, 22 Mar 2025	Prob (F-statistic):	5.11e-30			
Time:	05:11:24	Log-Likelihood:	132.43			
No. Observations:	87	AIC:	-238.9			
Df Residuals:	74	BIC:	-206.8			
Df Model:	12					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-1.8402	0.012	-153.505	0.000	-1.864	-1.816
x1	0.6535	0.176	3.716	0.000	0.303	1.004
x4	-0.4959	0.077	-6.418	0.000	-0.650	-0.342
x5	0.3819	0.081	4.715	0.000	0.220	0.543
x6	0.3022	0.109	2.764	0.007	0.084	0.520
x7	-0.0266	0.011	-2.330	0.023	-0.049	-0.004
x10	0.6717	0.167	4.030	0.000	0.340	1.004
x12	0.0175	0.007	2.469	0.016	0.003	0.032
x14	-0.9894	0.185	-5.359	0.000	-1.357	-0.622
x15	-0.7087	0.171	-4.151	0.000	-1.049	-0.369
x17	-0.0581	0.028	-2.062	0.043	-0.114	-0.002
x18	0.0735	0.023	3.240	0.002	0.028	0.119
x20	0.0085	0.006	1.351	0.181	-0.004	0.021
=====						
Omnibus:	2.084		Durbin-Watson:	1.029		
Prob(Omnibus):	0.353		Jarque-Bera (JB):	1.745		
Skew:	-0.346		Prob(JB):	0.418		
Kurtosis:	3.035		Cond. No.	94.0		
=====						

Figura 7: *Summary de Santander*

En donde, las variables que fueron significativas para este modelo fueron:

- **Valor_UDIS (x1)**: Valor de las Unidades de Inversión (UDIS).
- **Salarios_Mínimos_General (x4)**: Salario mínimo vigente.
- **Deuda_Total_Neta_Sector_Público_Económico (x5)**: Deuda total neta del sector público económico.
- **Base_monetaria_observada (x6)**: Suma total de dinero en circulación más reservas bancarias.
- **Tipo_cambio_FIX (x7)**: Tipo de cambio FIX peso-dólar.
- **CETES_28_días (x10)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 28 días.
- **CETES_182_días (x12)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 182 días.
- **INPC (x14)**: Índice Nacional de Precios al Consumidor general.
- **Reservas_internacionales (x15)**: Reservas internacionales del país.
- **Balanza_comercial (x17)**: Saldo de la balanza comercial de bienes.
- **Exportaciones_automotrices (x18)**: Valor de las exportaciones automotrices.

R^2 : Es 0.887, lo que indica que el 88,7 % de la variación en la variable dependiente (Score) está explicada por las variables independientes del modelo.

R^2 **ajustada**: El R^2 ajustado es 0,868, mostrando un ajuste razonablemente fuerte, aunque ligeramente menor comparado con otros modelos analizados.

Al obtener nuestros datos de **IMORA/PD Proxy** y **IMOR Estimado Macro Base** en Python, realizamos el gráfico para su análisis:

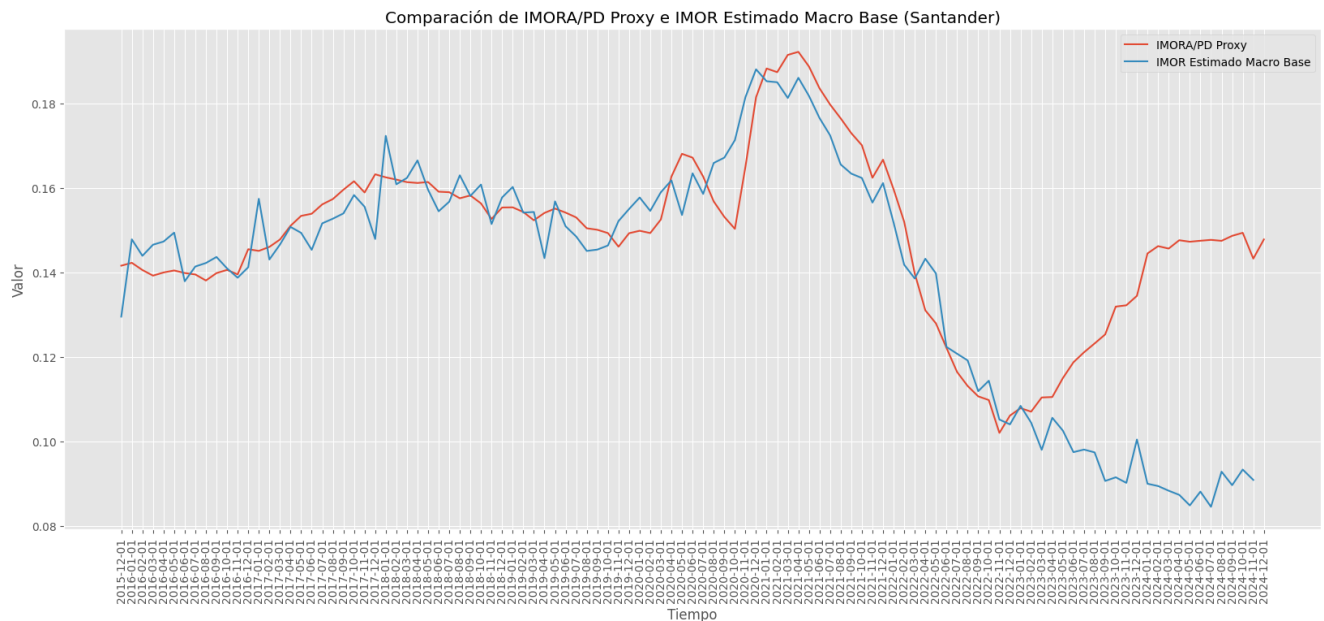


Figura 8: Gráfico de Santander: Comparación IMORA/PD Proxy e IMOR Estimado Macro Base

El gráfico muestra la comparación entre dos series de datos relacionadas con el indicador de morosidad (IMORA) o probabilidad de incumplimiento (PD), en el contexto del banco Santander:

- **Línea roja (IMORA/PD Proxy):** Representa una estimación de la morosidad o probabilidad de incumplimiento basada en modelo proxy.
- **Línea azul (IMOR Estimado Macro Base):** Representa el IMOR estimado a partir de un modelo macroeconómico.

Análisis del gráfico

- **Período inicial (2015 - 2017):** Ambas series muestran comportamientos similares, con pequeñas oscilaciones. La línea azul muestra mayor volatilidad.
- **Período de crecimiento (2017 - 2020):** Se identifica un alza clara en ambas curvas, especialmente entre 2018 y 2019, lo cual puede indicar deterioro en la cartera crediticia.
- **Caída pronunciada (2020 - 2021):** Durante el periodo de pandemia, ambas series caen marcadamente, probablemente como consecuencia de políticas de diferimiento y apoyo financiero.
- **Recuperación y divergencia (2022 - 2024):** Se observa una recuperación del proxy (línea roja), mientras que el IMOR estimado (línea azul) muestra un patrón más volátil y permanece en niveles más bajos.

Conclusión

El modelo de regresión muestra un ajuste aceptable ($R^2 = 0,887$), aunque menor en comparación con otros bancos. La mayoría de las variables incluidas en el modelo son estadísticamente significativas.

El gráfico muestra coherencia general entre ambas estimaciones de morosidad, aunque en los años recientes se observa una creciente divergencia entre ambas. El estadístico Durbin-Watson (1.029) sugiere la posibilidad de autocorrelación en los residuos. No obstante, las pruebas de normalidad no presentan señales graves de problemas.

La línea azul muestra más fluctuaciones en comparación con el proxy, lo que sugiere que el modelo macroeconómico es más sensible a factores externos o cambios en el entorno económico.

Ambas líneas tienden a converger en algunos momentos clave, como la caída durante la pandemia y la recuperación posterior, lo que refuerza la correlación entre ambos modelos en ciertos períodos.

Modelo Macroeconómico de Probabilidad de Incumplimiento (Banamex)

Al realizar nuestra importación, escalado y tratamiento de los datos, obtuvimos el siguiente summary:

OLS Regression Results						
=====						
Dep. Variable:	Score	R-squared:	0.970			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.964			
Method:	Least Squares	F-statistic:	163.9			
Date:	Sun, 23 Mar 2025	Prob (F-statistic):	1.09e-48			
Time:	03:13:55	Log-Likelihood:	141.58			
No. Observations:	87	AIC:	-253.2			
Df Residuals:	72	BIC:	-216.2			
Df Model:	14					
Covariance Type:	nonrobust					
=====						
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	-1.8767	0.012	-152.491	0.000	-1.901	-1.852
x1	1.7387	0.484	3.592	0.001	0.774	2.704
x2	0.0302	0.016	1.925	0.058	-0.001	0.061
x3	-0.9635	0.454	-2.120	0.037	-1.869	-0.058
x4	-0.4056	0.069	-5.890	0.000	-0.543	-0.268
x5	0.1466	0.076	1.934	0.057	-0.004	0.298
x6	0.4709	0.113	4.179	0.000	0.246	0.695
x7	-0.0279	0.010	-2.689	0.009	-0.049	-0.007
x10	0.6339	0.154	4.121	0.000	0.327	0.941
x13	-2.4233	0.389	-6.237	0.000	-3.198	-1.649
x14	1.1873	0.538	2.208	0.030	0.115	2.259
x15	-0.6961	0.159	-4.384	0.000	-1.013	-0.380
x16	0.0620	0.039	1.607	0.112	-0.015	0.139
x17	-0.0470	0.020	-2.357	0.021	-0.087	-0.007
x20	0.0119	0.006	2.078	0.041	0.000	0.023
=====						
Omnibus:	1.378	Durbin-Watson:	1.199			
Prob(Omnibus):	0.502	Jarque-Bera (JB):	1.126			
Skew:	-0.010	Prob(JB):	0.569			
Kurtosis:	2.443	Cond. No.	312.			

Figura 9: *Summary de Banamex*

En donde, las variables que fueron significativas para este modelo fueron:

- **Valor_UDIS (x1)**: Valor de las Unidades de Inversión (UDIS).
- **IPC (x3)**: Índice de Precios y Cotizaciones al cierre del mercado.
- **Salarios_Mínimos_General (x4)**: Salario mínimo vigente.
- **Base_monetaria_observada (x6)**: Suma total de dinero en circulación más reservas bancarias.
- **CETES_28_días (x10)**: Rendimiento de los Certificados de la Tesorería a 28 días.
- **Inflación_anual (x13)**: Inflación anual observada.
- **INPC (x14)**: Índice Nacional de Precios al Consumidor general.
- **Reservas_internacionales (x15)**: Reservas internacionales del país.
- **Crédito_sector_privado (x16)**: Crédito total otorgado al sector privado.
- **Balanza_comercial (x17)**: Saldo de la balanza comercial de bienes.
- **Gasto_corriente_gobierno (x20)**: Gasto corriente ejercido por el gobierno.

R^2 : Es 0.970, lo que indica que el 97,0 % de la variación en la variable dependiente (Score) está explicada por las variables independientes del modelo.

R^2 **ajustada**: El R^2 ajustado es 0,964, lo que evidencia un excelente ajuste incluso considerando el número de variables.

Al obtener nuestros datos de **IMORA/PD Proxy** y **IMOR Estimado Macro Base** en Python, realizamos el gráfico para su análisis:

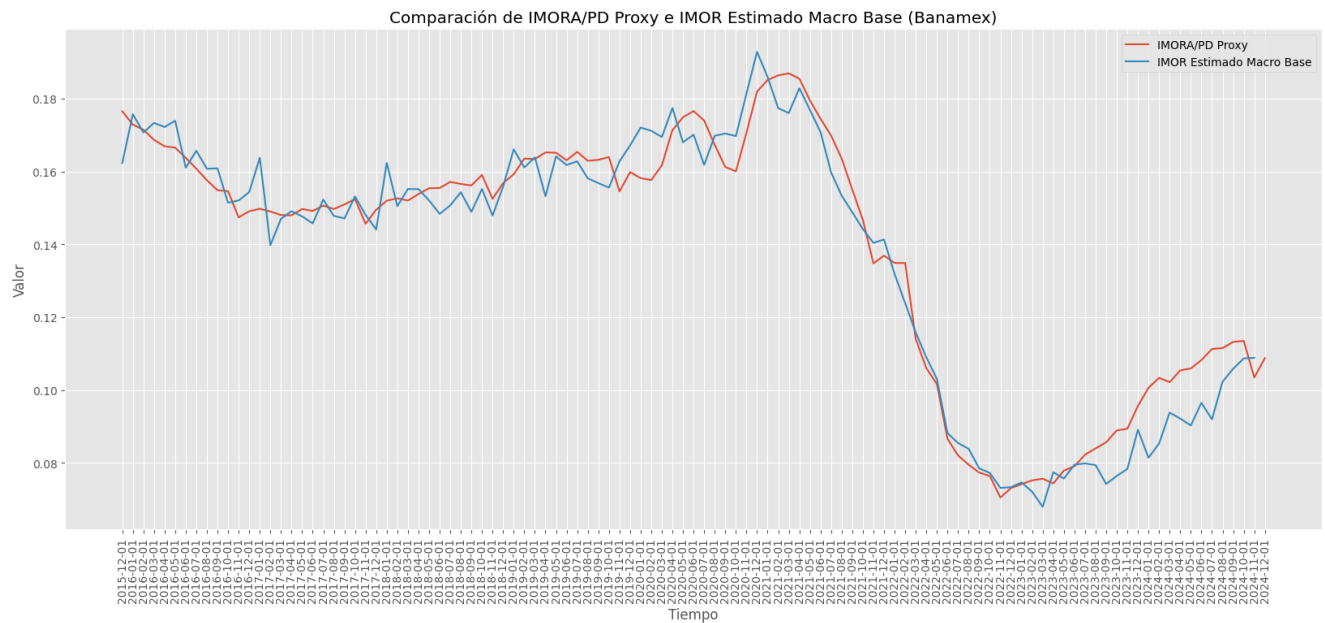


Figura 10: Gráfico de Banamex: Comparación IMORA/PD Proxy e IMOR Estimado Macro Base

El gráfico muestra la comparación entre dos series de datos relacionadas con el indicador de morosidad (IMORA) o probabilidad de incumplimiento (PD), en el contexto del banco Banamex:

- **Línea roja (IMORA/PD Proxy):** Representa una estimación de la morosidad o probabilidad de incumplimiento basada en modelo proxy.
- **Línea azul (IMOR Estimado Macro Base):** Representa el IMOR estimado a partir de un modelo macroeconómico.

Análisis del gráfico

- **Período inicial (2015 - 2017):** Se observa una diferencia entre las dos líneas al inicio, con la serie estimada macroeconómicamente (azul) por encima del proxy (rojo), pero luego tienden a converger.
- **Período de crecimiento (2017 - 2020):** Ambas series muestran una tendencia al alza clara, sugiriendo un aumento de la morosidad en este periodo.
- **Caída pronunciada (2020 - 2021):** Coinciden en una caída drástica durante la pandemia, probablemente influida por medidas de apoyo crediticio y reestructuras.
- **Recuperación y convergencia (2022 - 2024):** A partir de 2022, ambas series muestran un patrón ascendente, con un alto grado de similitud, indicando una mejor correlación entre el proxy y el estimado macroeconómico.

Conclusión

El modelo de Banamex es el que presenta el mejor ajuste hasta ahora ($R^2 = 0,970$), lo que refleja una altísima capacidad explicativa del modelo sobre la variable dependiente. La mayoría de las variables son significativas, y el estadístico Durbin-Watson (1.199) es aceptable aunque indica posible autocorrelación leve.

En cuanto al gráfico, se observa una fuerte convergencia entre ambas líneas, lo que indica que tanto el modelo proxy como el macroeconómico capturan con precisión la evolución de la morosidad.

Casi todas las variables son significativas y el modelo en su conjunto es estadísticamente relevante. Sin embargo, el muy bajo valor del estadístico Durbin-Watson sugiere la presencia de autocorrelación positiva en los residuos, lo que podría requerir un tratamiento adicional. Afortunadamente, no parece haber problemas con la normalidad de los residuos ni con la multicolinealidad.

Referencias

- [1] Sistema de Información Económica (SIE, Banco de México). (s.f.). <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/>
- [2] Banco de México. (s.f.). API REST - Generación de token de acceso. <https://www.banxico.org.mx/SieAPIRest/service/v1/token>
- [3] Banco de México. (s.f.). API REST - Catálogo de series de datos. <https://www.banxico.org.mx/SieAPIRest/service/v1/doc/catalogoSeries>
- [4] Banco de México. (s.f.). Tablero interactivo en Power BI. <https://app.powerbi.com/viewr=eyJrIjoIMGI0YWEONzktYWQyYi00ZWFMtTl1MWUtND1lZmY1OTc2ZGU0IiwidCI6IjVlMmM0OTc3LTEwN2QtNDBhMy04YWY3L>
- [5] Google Colab. (s.f.). Código del Proyecto en Google Colab. https://colab.research.google.com/drive/1xKpR5AzPdna3fClrBxkataRsE_zOVg9D?usp=sharing