



Impacto de los Eventos Sistémicos Globales en el Riesgo de Portafolios Mineros: Análisis de Gestión de Riesgo Financiero (2020-2024)¹

Preparado para:



Entregable 3 de 3: Tercer informe

Confidencial

Diciembre de 2025

¹ Informe elaborado por Hans Alvarado, Máximo Bazán y Carlos Caballero, integrantes del equipo de Finanzas de APEECO Opinión.



1. Introducción

La minería desempeña un rol estratégico en la economía global al proveer insumos esenciales para el crecimiento económico y la transición energética, lo que expone al sector a choques sistémicos de diversa naturaleza (International Energy Agency, 2021; World Bank, 2020). Estos incluyen choques de demanda derivados de ciclos económicos o crisis sanitarias, choques de valuación originados por cambios drásticos en la política monetaria, tensiones geopolíticas que comprometen el suministro energético y transformaciones estructurales de largo plazo, como la transición energética global.

En este contexto, la gestión de riesgos de cola se vuelve imperativa en la estructuración de portafolios mineros debido a la naturaleza no lineal y la asimetría de los activos que los componen. A diferencia de otros sectores, la minería se caracteriza por elevados costos fijos y largos ciclos de inversión, lo que intensifica la sensibilidad de los flujos de caja ante perturbaciones macroeconómicas inesperadas (Tilton & Guzmán, 2016). Los rendimientos de los activos mineros exhiben colas gruesas y una marcada leptocurtosis, lo que incrementa la probabilidad de pérdidas extremas en comparación con lo previsto por modelos gaussianos tradicionales (Cont, 2001).

Durante episodios de estrés financiero severo, la correlación entre activos tiende a incrementarse significativamente, reduciendo la efectividad de la diversificación geográfica y sectorial (Longin & Solnik, 2001), exponiendo al inversor a una pérdida de capital masiva. Confiar únicamente en métricas de volatilidad estándar resulta insuficiente, pues estas omiten la profundidad de la pérdida potencial una vez superados los umbrales de confianza. Por tanto, el uso de herramientas avanzadas como el Valor en Riesgo Condicional (CVaR) y el análisis de ventanas móviles (*rolling*) es esencial para cuantificar la robustez de las carteras y garantizar la supervivencia financiera en entornos de incertidumbre estructural.

El objetivo central de este estudio consiste en determinar y cuantificar el impacto de los eventos sistémicos globales en el riesgo de cola de portafolios compuestos por activos del sector minero.



2. Metodología

Se diseñaron cuatro portafolios mineros con composiciones heterogéneas por región y minerales, analizados en cinco periodos temporales diferenciados. Esta segmentación permite aislar efectos de variables externas sobre VaR, CVaR y backtesting. **Ver Anexo 1.**

3. Eventos Sistemáticos

3.1. Crisis Petrolera OPEP-Rusia (Marzo 2020)

La crisis respondió a la interacción de choques reales y financieros, generando dislocaciones severas (Duffie, 2020; Gorton & Metrick, 2012): disrupciones en oferta por conflicto OPEP-Rusia y crisis de liquidez sin precedentes que disfuncionó mercados de futuros bajo volatilidad extrema.

La transmisión operó por tres canales. El canal de precios: el cobre descendió de \$6,340 a \$4,371/tonelada en 42 días; el Brent alcanzó -\$37.63/barril en abril 2020. El canal de liquidez: los spreads en contratos de cobre escalaron de \$0.02-0.05 a \$5-10/libra, inhibiendo liquidación de posiciones. Por último, el canal de correlaciones: la relación petróleo-acciones migró de -0.15 a 0.75 durante el pico, evidenciando fracaso de diversificación.

3.2. Subida Agresiva de Tasas de la Reserva Federal (2022-2023)

El ciclo 2022-23 fue un choque de valuación: cambios en tasas de descuento comprimieron valoraciones sin alterar demanda real ni precios fundamentales de commodities. La FED elevó la tasa de 0.00%-0.25% (feb 2022) a 5.25%-5.50% (jul 2023), el ajuste más agresivo desde 1980 (Federal Reserve, 2023).

La inflación alcanzó 9.1% interanual (jun 2022), triplicando la meta del 2% (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2022), por: (1) sobrecalentamiento post-pandemia, (2) disrupciones en cadenas de suministro, (3) estímulos fiscales extraordinarios de ~\$1.9 billones (~8% PIB) en marzo 2021 (U.S. Congress, 2021; IMF, 2022).

Mecanismo de transmisión: compresión de múltiplos y aumento de costo de capital. El WACC minero aumentó 250-300 puntos básicos, elevando tasas mínimas de rentabilidad (Damodaran, 2022; McKinsey, 2022). En proyectos como Cobre Panamá (duración 10-12 años),



esto contrajo el NPV entre -25% y -35% (Brealey et al., 2020). Empresas como Southern pausaron inversiones por aumento en tasas requeridas.

El dólar se apreció ~15% en 2022, alcanzando máximos de dos décadas (Fed St. Louis, 2023). Con 70% de costos en moneda local, esto implicó +10.5% en costos operativos en USD, presionando márgenes EBITDA (IMF, 2022).

3.3. Conflicto de Medio Oriente (Octubre 2023 - Abril 2024)

El conflicto (7 oct 2023) introdujo volatilidad geopolítica ante posibles interrupciones en el Estrecho de Ormuz (25% del flujo petrolero mundial). El impacto en portafolios mineros fue acotado: contracciones transitorias de -15% semanal. Resiliencia atribuida a: producción petrolera récord de EE.UU. (13 millones barriles/día) estabilizando oferta (Energy Information Administration, 2024) y reducción secular de demanda por transición energética.

El Brent mantuvo trayectoria descendente: promedio \$82.64 (2023) a \$80.76 (2024). El VIX alcanzó picos de 20-21 puntos, inferiores a crisis Ucrania 2022 o máximo histórico de 82.69 (2020) (Fed St. Louis, 2024). El cobre mostró dinámica positiva: +12%, alcanzando \$420.0/libra, impulsado por transición energética.

El impacto operó por canales indirectos: tasas reales elevadas de la FED y deterioro transitorio del sentimiento de riesgo. El CVaR 95% de -54.09% indica que ante eventos de cola, la pérdida promedio esperada permanece sustancial por alta sensibilidad sistémica sectorial.

3.4. Aranceles Propuestos por Trump y Dinámicas Comerciales (2024)

La administración Trump aplicó aranceles de 10%-25% sobre importaciones de China y medidas sobre México (U.S. Trade Representative, 2019). Ejecución parcial por excepciones USMCA. Para minería, fenómeno paradójico: aranceles sobre cobre benefician productores locales (FCX Arizona) al mitigar competencia, pero temores de represalias globales presionaron valoraciones.

A pesar de este entorno, los mercados exhibieron un comportamiento resiliente, generando rendimientos semanales promedio de hasta un +10% durante tres semanas consecutivas. El impacto neto se documentó como aproximadamente neutral o ligeramente



negativo, con un *drawdown* transitorio en el rango de -0.5% a -2.0%.. Esta estabilidad relativa se refleja en el reporte cuantitativo, donde el portafolio alcanzó un Alpha de Jensen de 280.78%, sugiriendo que la gestión activa logró capitalizar las ineficiencias del mercado generadas por el discurso proteccionista.

3.5. Transición Energética Global Acelerada (2021-2024)

La transición energética se consolidó en 2024 como oportunidad estructural positiva de largo plazo. Proyecciones: demanda incremental de cobre +25% vs. crecimiento vegetativo histórico (1-2% anual), por electromovilidad e infraestructura renovable (Wood Mackenzie, 2024). China concentró 45.2% del crecimiento global en capacidad renovable, dinamizando flujos de metales industriales (International Energy Agency, 2024).

Para los portafolios analizados, el impacto de este hito se tradujo en una recuperación de las valuaciones que habían sido comprimidas durante el ciclo monetario restrictivo previo. Sin embargo, este beneficio fundamental fue parcialmente mitigado por presiones en el ámbito ESG (*Environmental, Social, and Governance*), donde el incremento en el gasto de capital (CAPEX) para la descarbonización operativa y el aumento del riesgo regulatorio regional moderaron el potencial de crecimiento inmediato (S&P Global Market Intelligence, 2024).

4. Análisis de riesgo

4.1 Value-at-Risk por Portafolio

Implementamos estimación de VaR mediante un horizonte temporal de 2 meses previos y 2 meses posteriores a la fecha central de cada evento para cada portafolio. Los resultados documentan la pérdida máxima esperada del riesgo a través del análisis cuantitativo:

La estimación del VaR evidencia una amplificación significativa del riesgo durante episodios de estrés sistémico, particularmente en la crisis OPEP+ y en la transición energética de 2024. El portafolio de Norteamérica mostró consistentemente la mayor exposición, alcanzando pérdidas esperadas de hasta -35.40%, explicado por su elevada beta y concentración en activos de ciclo ultralargo.



En contraste, los portafolios de Perú y Sudamérica exhibieron mayor estabilidad relativa. El análisis de momentos estadísticos confirma una distribución leptocúrtica con colas pesadas, indicando una elevada probabilidad de eventos extremos y una sensibilidad pronunciada del portafolio ante shocks de mercado.

En estrés financiero, Norteamérica exhibe consistentemente VaR superior a Perú y Sudamérica, amplificado por exposición a activos de ciclo ultralargo y Beta de 5.3 (crisis OPEP+) vs. Perú (Beta 1.6). En transición energética 2024, VaR presenta múltiplos de 10-17x vs. promedio histórico, impactando severamente Global (-34.08%).

4.2 Conditional Value-at-Risk (CVaR) rolling y Tail-Risk

El CVaR, medida de tail-risk que captura severidad de eventos extremos con una ventana móvil de 21 días, documentó evolución aún más dramática identificando picos de pérdidas máximas esperadas dentro del valor del riesgo en 5%: **Ver Anexo 2.**

El análisis de CvaR rolling (21 días) revela que el riesgo de cola durante la crisis OPEP+ alcanzó niveles severos, con pérdidas promedio esperadas en el peor 5% de los casos de hasta -70% en los portafolios de Norteamérica y Global. **Ver Anexo 4.** Estos resultados superan ampliamente las predicciones de modelos paramétricos tradicionales, evidenciando una subestimación estructural del riesgo extremo. Si bien los picos de CVaR tienden a moderarse tras el impacto inicial, persiste una volatilidad estructural elevada. Adicionalmente, se observa que los máximos niveles de estrés se anticipan a los eventos, sugiriendo una rápida incorporación de expectativas de riesgo por parte de los mercados.

4.3 Backtesting de VaR

El backtesting del VaR al 95% confirma limitaciones relevantes en la capacidad predictiva del modelo durante episodios de volatilidad extrema. **Ver Anexo 3.**

El portafolio Global excedió el umbral teórico de fallas, particularmente durante la crisis OPEP+ y la transición energética, alcanzando tasas empíricas de fallo superiores al 8%. **Ver Anexo 6.** En contraste, durante el ciclo de endurecimiento monetario de la FED, el desempeño del modelo fue más conservador y estable. Comparativamente, el portafolio de Sudamérica



demostró mayor resiliencia, mientras que Norteamérica presentó la mayor fragilidad estructural frente a shocks sistémicos.

5. Conclusiones

Los episodios disruptivos, particularmente la crisis OPEP+ de 2020, provocan una expansión extrema del riesgo de cola, invalidando los supuestos de normalidad y eliminando los beneficios de la diversificación geográfica mediante una convergencia crítica de correlaciones. En estos contextos, las pérdidas esperadas alcanzan niveles severos, evidenciando la insuficiencia de los modelos tradicionales de riesgo.

Asimismo, el estudio confirma que la transmisión del riesgo no es temporalmente simétrica. Los mercados de metales incorporan las expectativas de riesgo a través de efectos de anticipación y rezago, lo que implica que los máximos niveles de estrés pueden manifestarse antes o después del evento observable. En paralelo, el ciclo de endurecimiento monetario de la Reserva Federal operó predominantemente como un choque de valuación, comprimiendo significativamente los valores presentes netos de proyectos mineros de larga duración, aun en ausencia de alteraciones en los fundamentos de demanda.

Finalmente, aunque la transición energética emergió como un amortiguador estructural capaz de sostener la recuperación de valuaciones y generar retornos anormales positivos, los indicadores de riesgo de cola permanecen elevados. La persistencia de distribuciones leptocúrticas y tasas de fallo superiores a los umbrales teóricos confirma que el sector minero continúa expuesto a eventos extremos. En consecuencia, la gestión avanzada de portafolios mineros requiere superar las métricas de volatilidad convencionales e incorporar enfoques basados en Expected Shortfall para preservar el capital en escenarios de incertidumbre sistémica



6. Referencias

- Cont, R. (2001). Empirical properties of asset returns: Stylized facts and statistical issues. *Quantitative Finance*, 1(2), 223–236. <https://doi.org/10.1080/713665670>
- Damodaran, A. (2022). Interest rates, inflation, and equity valuation. NYU Stern School of Business. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/inflation.html
- Duffie, D. (2020). Intermediation of Treasury markets after the COVID-19 crisis. *Journal of Economic Perspectives*, 34(4), 189–214. <https://www.jstor.org/stable/26975773>
- Energy Information Administration. (2024). Short-term energy outlook. U.S. Department of Energy. <https://www.eia.gov/outlooks/steo/>
- Federal Reserve Bank of St. Louis. (2023). Trade Weighted U.S. Dollar Index: Broad (DTWEXBGS). FRED Economic Data. <https://fred.stlouisfed.org/series/DTWEXBGS>
- Federal Reserve Bank of St. Louis. (2024). CBOE volatility index (VIX). FRED Economic Data. <https://fred.stlouisfed.org/series/VIXCLS>
- Federal Reserve. (2020). Statement on longer-run goals and monetary policy strategy. Board of Governors of the Federal Reserve System. https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/files/FOMC_LongerRunGoals.pdf
- Federal Reserve. (2023). Federal Open Market Committee historical policy decisions. Board of Governors of the Federal Reserve System. https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomc_historical.htm
- Gorton, G., & Metrick, A. (2012). Regulating the shadow banking system. *Brookings Papers on Economic Activity*, 261–312. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-financial-082123-105416>
- International Energy Agency (2024). *Renewables 2024: Analysis and forecast to 2030*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>



- International Monetary Fund. (2022). World Economic Outlook: Countering the cost-of-living crisis. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2022/10/11/world-economic-outlook-october-2022>
- Longin, F., & Solnik, B. (2001). Extreme correlation of international equity markets. *Journal of Finance*, 56(2), 649–676. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00340>
- Office of the United States Trade Representative. (2019). Economic impact of Section 301 tariffs on U.S. imports from China. USTR. <https://ustr.gov/sites/default/files/files/Press/Reports/301%20Report%20Final.pdf>
- S&P Global Market Intelligence (2024). *World Exploration Trends 2024*. <https://www.spglobal.com/market-intelligence/en/news-insights/research/world-exploration-trends-2024>
- Tilton, J. E., & Guzmán, J. I. (2016). Mineral economics and policy. RFF Press. <https://www.scribd.com/document/817586717/Mineral-Economics-and-Policy>
- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2022). Consumer Price Index summary – June 2022. <https://www.bls.gov/news.release/cpi.nr0.htm>
- U.S. Congress. (2021). American Rescue Plan Act of 2021 (Public Law No. 117-2). <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/1319>
- Wood Mackenzie. (2024, agosto). *Securing copper supply: No China, no energy transition*. Horizons Report. <https://www.woodmac.com/horizons/securing-copper-supply-china-energy-transition/>



7. Anexos

Anexo 1. Tablas.

Tabla 1. Tabla comparativa de los 4 portafolios segmentados.

Portafolio	Enfoque geográfico	Tickers	Objetivo y perfil de riesgo
Perú	Activos locales (Andes)	Southern Copper (SCCO) Buenaventura (BVN)	Alta concentración y sensibilidad a precios de metales. Permite aislar choques específicos de la minería peruana y andina (riesgo país, social y regulatorio).
Sudamérica	Regional (Latam)	First Quantum Minerals (FM.TO) Hudbay Minerals (HBM) Southern Copper (SCCO) Grupo México (GMEXICOB.MX)	Captura la volatilidad política y regulatoria regional. Evalúa riesgos DE múltiples jurisdicciones latinoamericanas y dependencia del ciclo del cobre.
Norteamérica	Mercados desarrollados (EE. UU. y Canadá)	Freeport-McMoRan (FCX) Hecla Mining (HL) Hudbay Minerals (HBM) First Quantum (FM.TO)	Prioriza estabilidad operativa, costos más predecibles y menor riesgo institucional. Sirve para contrastar activos maduros vs. emergentes.
Global	Diversificación mundial	BHP (BHP) Rio Tinto (RIO) Glencore (GLEN.L) Freeport-McMoRan (FCX) First Quantum (FM.TO)	Máxima diversificación geográfica y de commodities. Permite analizar resiliencia ante shocks sistémicos globales y ciclos cruzados de materias primas.

Nota 1. Especificación de la conformación de cada portafolio por enfoque geográfico, ticket de equity y objetivo y perfil de riesgo. Fuente: Yahoo Finance. Elaboración propia.



Tabla 1. VaR de los 4 portafolios durante los eventos analizados.

Evento	Perú	Sudamérica	Norteamérica	Global
Crisis del petróleo OPEP+	-16.97%	-31.34%	-35.40%	-35.58%
Subida de tasas de la FED	-7.41%	-13.52%	-18.70%	-16.39%
Conflictos en medio oriente	-4.49%	-13.67%	-17.76%	-18.12%
Imposición de aranceles por Trump	-5.45%	-10.01%	-10.87%	-11.08%
Transición energética global	-7.99%	-16.69%	-18.72%	-34.08%

Nota 2. Durante crisis OPEP+, el riesgo alcanzó umbrales críticos en Norteamérica (-35.40%) y Global (-35.58%): expansión de 7-9x vs. niveles base 2019 (1.6%). En ciclo FED, multiplicación de 3-5x, siendo Norteamérica el más afectado con un VaR de -18.70. Fuente: Yahoo Finance. Elaboración propia.

Tabla 2. CvaR Rolling de 21 días para cada portafolio durante los eventos analizados.

Evento	Perú	Sudamérica	Norteamérica	Global
Crisis del petróleo OPEP+	-40%	-55%	-70%	-70%
Subida de tasas de la FED	-10.5%*	-25%*	-28%*	-30%*
Conflictos en medio oriente	-6.5%	-30%	-28%	-26%
Imposición de aranceles por Trump	-6.55%*	-13.5%	-18%*	-16%*
Transición energética global	-11%	-30%	-40%	-35%

Nota 3. Cada (*) indica que el máximo CVaR (95%) Rolling (21 días) se dio antes de la fecha crítica designada para la investigación. Elaboración propia. Fuente: Yahoo Finance (2025). Fuente: Yahoo Finance. Elaboración propia.



Tabla 3. Tabla informativa del Backtesting de los VaR (95%) de los portafolios.

Evento	Fecha clave	Portafolio	TEF	Fecha Pico	Máx CVaR
Crisis del petróleo OPEP+	9/3/2020	Perú	5.81%	12/3/2020	-14.55%
	9/3/2020	Sudamérica	5.81%	12/3/2020	-10.10%
	9/3/2020	Norteamérica	3.49%	18/3/2020	-17.10%
	9/3/2020	Global	8.14%	12/3/2020	-14.20%
	1/12/2022	Perú	3.41%	2/11/2022	-4.89%
	1/12/2022	Sudamérica	3.41%	16/1/2023	-4.47%
	1/12/2022	Norteamérica	3.41%	3/10/2022	-5.68%
	1/12/2022	Global	3.41%	3/10/2022	-4.41%
Conflictos en medio oriente	7/10/2023	Perú	5.62%	4/12/2023	-3.80%
	7/10/2023	Sudamérica	3.37%	31/10/2023	-5.08%
	7/10/2023	Norteamérica	4.49%	31/10/2023	-9.99%
	7/10/2023	Global	4.49%	31/10/2023	-3.46%
	14/3/2024	Perú	3.49%	13/2/2024	-3.28%



Imposición de aranceles por Trump	14/3/2024	Sudamérica	4.65%	19/3/2024	-3.12%
	14/3/2024	Norteamérica	4.65%	13/2/2024	-3.46%
	14/3/2024	Global	5.81%	22/1/2024	-3.43%
Transición energética global	15/9/2024	Perú	7.78%	8/11/2024	-5.04%
	15/9/2024	Sudamérica	6.67%	1/8/2024	-4.48%
	15/9/2024	Norteamérica	6.67%	3/9/2024	-6.00%
	15/9/2024	Global	5.56%	8/11/2024	-4.25%

Nota 4. Los modelos se presentan de forma comparativa por Tasa Empírica de Fallo (TEF) demostrando el número de violaciones según el análisis de los VaRs. Fuente: Yahoo Finance. Elaboración propia.



Anexo 2. Gráficos.

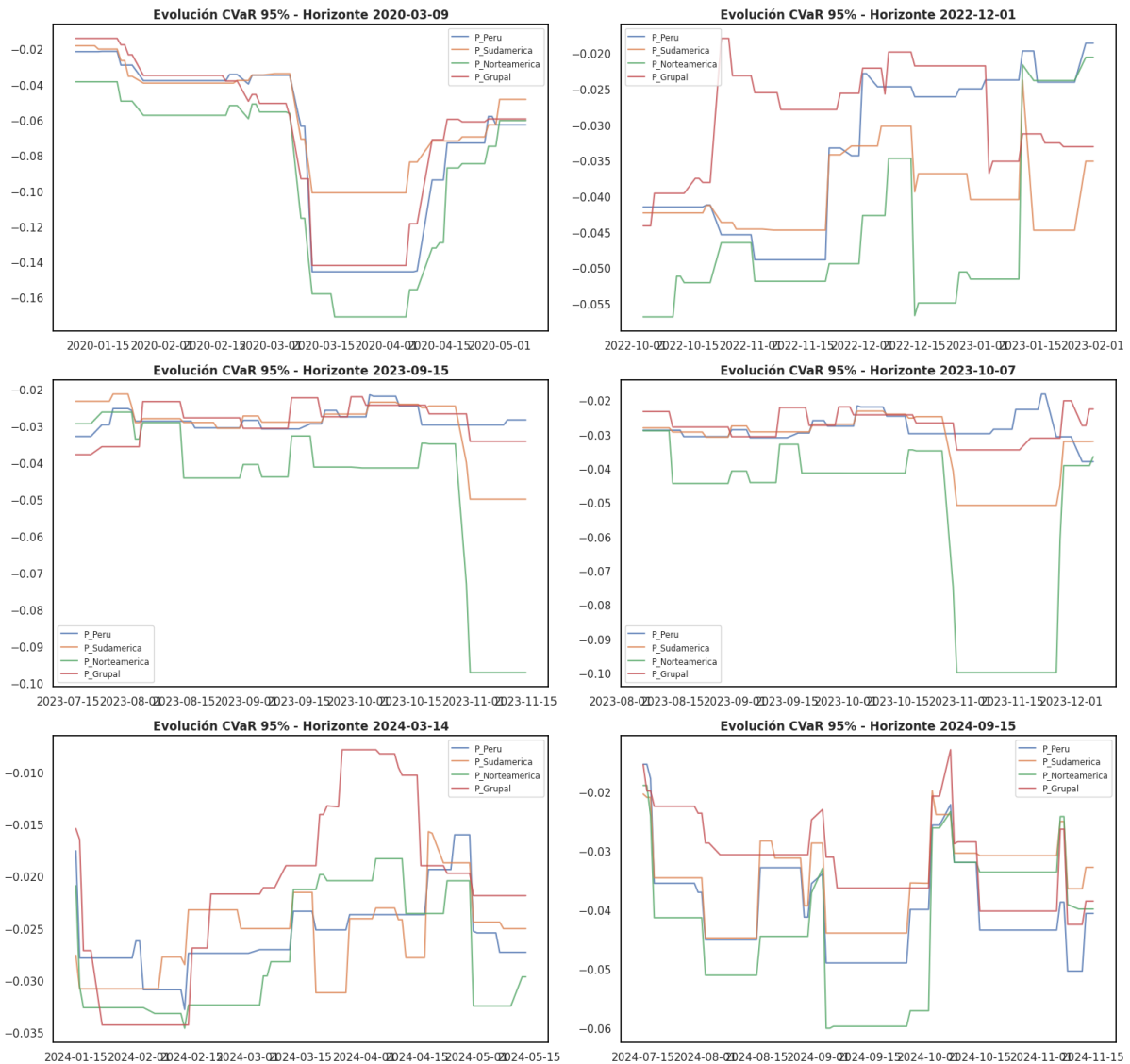


Ilustración 1. VaR (95%) Rolling de 21 días para analizar los efectos temporales dinámicos de los portafolios por cada evento.

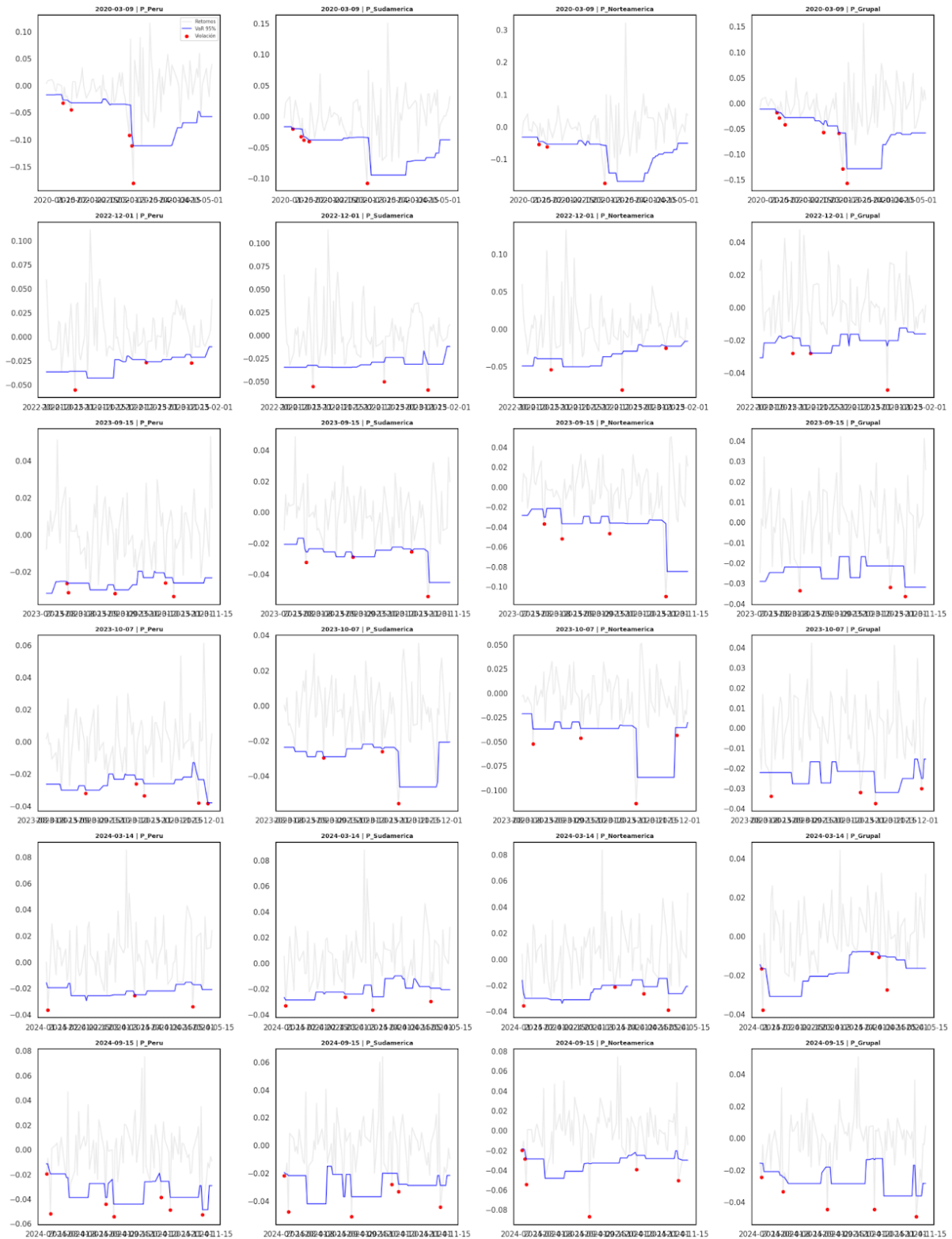


Ilustración 2. Backtesting de los 4 portafolios por cada evento analizado evidenciando las TEF y los momentos en los cuales se comete la violación de pérdidas esperadas.

