

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS



MERCADOS FINANCIEROS Y VALUACIÓN DE
INSTRUMENTOS

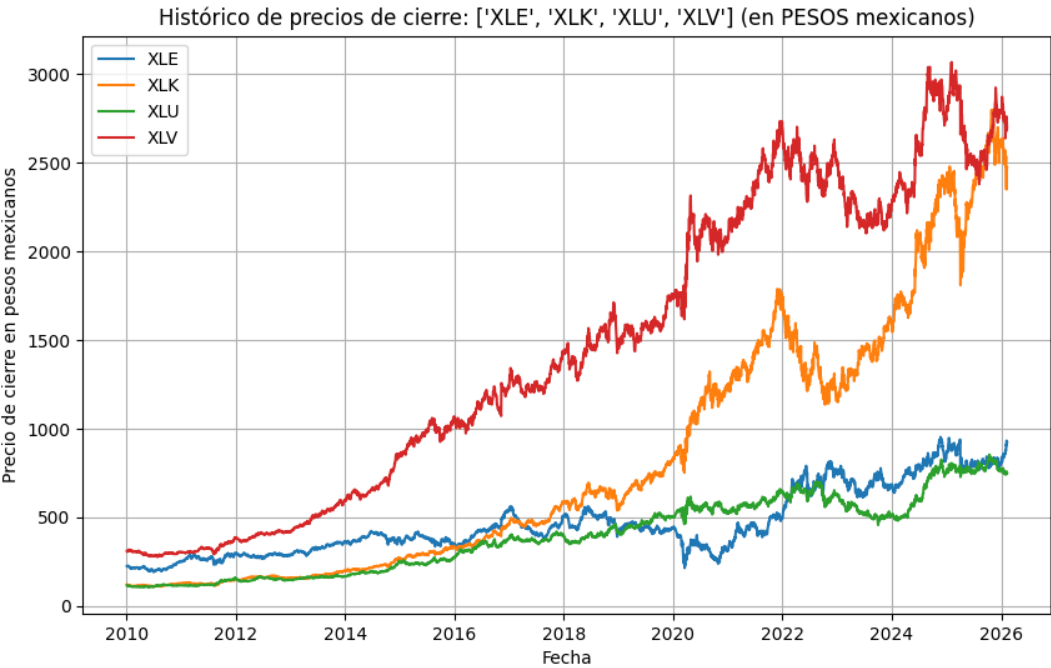
PROYECTO SOBRE OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS

REPORTE DE RESULTADOS
al 10 de febrero de 2026

1. Activos de elección

Para los fines de este proyecto hemos seleccionado cuatro ETF´s representativos de distintos sectores del mercado estadounidense, principalmente con empresas incluidas en el S&P500, para conformar nuestro portafolio. Primero el XLE, el cuál replica el desempeño del sector energético y donde se incluyen las principales petroleras y empresas de gas como *Exxon Mobil* o *ConocoPhillips* por mencionar algunas. Como segundo, el XLK que da exposición al sector tecnológico, concentrándose en las mayores empresas de tecnología como *Microsoft*, *Apple* o *NVIDIA*. Luego, el XLU que reproduce la dinámica de las principales compañías de servicios públicos -también conocidos como *utilities*- (por ejemplo, de electricidad, gas o agua) en Estados Unidos. Por último, el XLV que replica el desempeño del sector salud, abarcando farmacéuticas, empresas de biotecnología y/o de equipos médicos y aseguradoras de salud, aquí por ejemplo, hablamos de compañías como *Johnson & Johnson* o *Pfizer*.

A continuación se presenta el histórico de los precios de cierre ajustados por el tipo de cambio *USDMXN* desde 2010 para los cuatro ETF´s seleccionados:



De manera rápida, podemos ver que dos de los activos, el *XLK* y el *XLV*, correspondientes a los sectores de tecnología y de salud tienen una tendencia claramente a la alza, mientras que los otros dos activos, el *XLE* y el *XLU*, pertenecientes a los sectores de energéticos y de *utilities* presentan un comportamiento más conservador con respecto a los otros dos activos.

1.1. Estadísticas del Portafolio

Con los rendimientos diarios desde 2010 de cada ETF, calculados de forma simple con los precios históricos en pesos mexicanos, se obtuvieron algunas métricas estadísticas que se presentan a continuación en la siguiente tabla:

	Media	Varianza	Desv. Estándar	Sesgo	Curtosis
XLE	0.0495 %	0.0288 %	1.6962 %	0.137717	12.399164
XLK	0.085 %	0.0209 %	1.4472 %	0.571862	13.298717
XLU	0.0538 %	0.015 %	1.2252 %	0.948256	19.472255
XLV	0.06 %	0.013 %	1.1404 %	0.791719	12.589128

Tabla 1: Métricas estadísticas de los rendimientos diarios para los ETF´s seleccionados.

De esta primera tabla podemos ver que, en el periodo desde 2010 hasta inicios de febrero de 2026, el sector tecnológico es el que tiene mayor rendimiento promedio diario (0.085 %), mientras que *utilities* es el sector con menor volatilidad diaria en todo el periodo considerado (1.2252 %); por su parte, el sector de energéticos es el que presenta menor rendimiento promedio diario y mayor volatilidad diaria en el periodo mencionado. Por otro lado, vemos que los cuatro activos presentan sesgo positivo, de modo que todos ellos tienen una tendencia a presentar rendimientos diarios por arriba de la media y además, la curtosis en los cuatro casos nos habla de que los rendimientos diarios presentan valores extremos (alzas y/o caídas diarias fuertes en los precios ajustados de los ETF´s) como lo pueden ser aquellos provocados por la pandemia por COVID-19 en 2020 o por la guerra Rusia-Ucrania a inicios del 2022 que se pueden también percibir en la gráfica anteriormente mostrada; finalmente, de forma estadística, los valores del sesgo y la curtosis nos dice que los rendimientos diarios de ninguno de los activos considerados sigue una distribución normal (datos asimétricos y colas pesadas).

Además de lo anterior, se han obtenido también de los rendimientos diarios las matrices de covarianzas y de correlación que se muestran enseguida:

Matriz de Varianzas y Covarianzas

	XLE	XLK	XLU	XLV
XLE	0.000288	0.000127	0.000087	0.000100
XLK	0.000127	0.000209	0.000093	0.000119
XLU	0.000087	0.000093	0.000150	0.000091
XLV	0.000100	0.000119	0.000091	0.000130

Matriz de Correlación

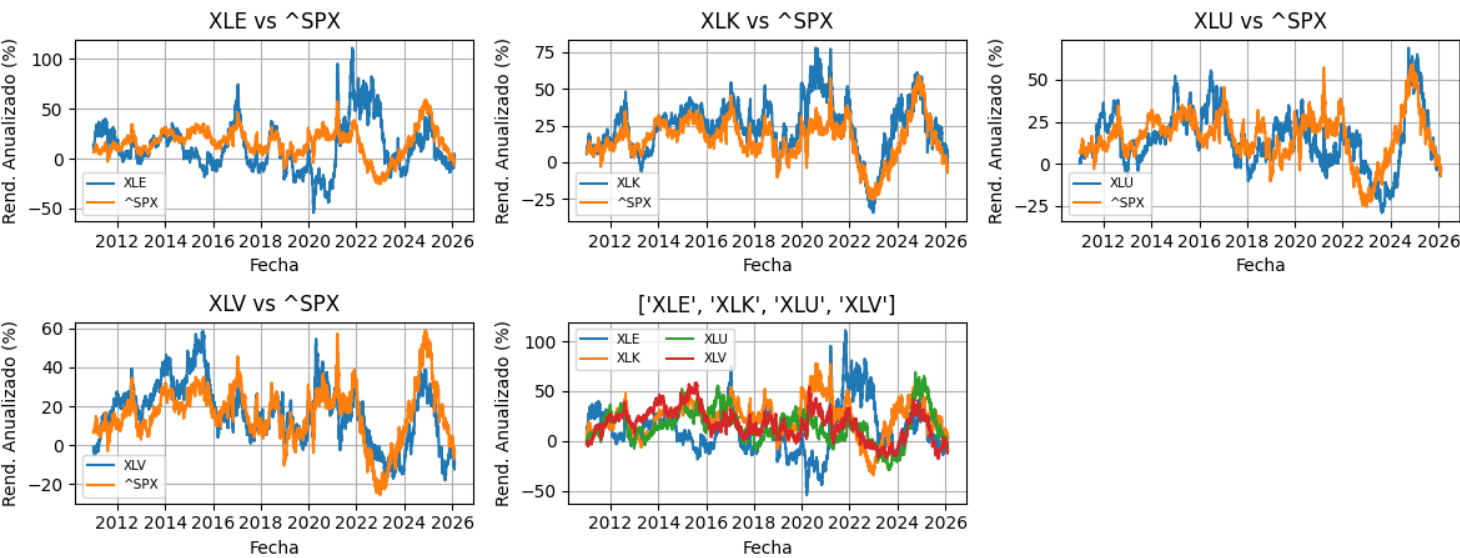
	XLE	XLK	XLU	XLV
XLE	1	0.518897	0.417174	0.515704
XLK	0.518897	1	0.525252	0.721649
XLU	0.417174	0.525252	1	0.648211
XLV	0.515704	0.721649	0.648211	1

De la matriz de correlación, se puede ver que, por pares, los rendimientos diarios de todos los activos tienen una relación positiva moderada (es decir, si un activo tiene una alza, el otro también y análogamente para caídas en precios) que no necesariamente se puede atribuir solo a los activos en sí, sino también a otros factores como lo pudiesen ser el tipo de cambio *USDMXN* o el hecho de que todos los activos pertenecen al mercado estadounidense.

1.2. Comparación con el SPX.

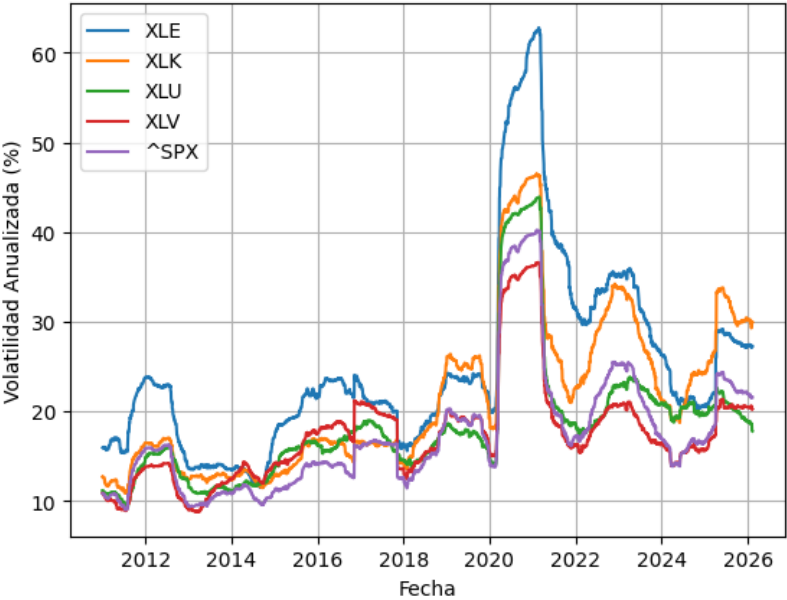
En primer lugar, se presenta enseguida una gráfica de los rendimientos anualizados de cada uno de los cuatro ETF´s considerados comparándolos con el rendimiento anualizado del *SPX*, así como una comparación entre los mismos cuatro activos:

Comparación de los Rendimientos Anualizados



Por otro lado, a continuación se muestra una gráfica de comparación de la desviación estándar anualizada entre los activos seleccionados y el *SPX*:

Comparación de la Volatilidad Anualizada



Finalmente, en lo que sigue se muestra una tabla con la desviación estándar total del periodo considerado (2010-Inicios de febrero de 2026) anualizada para cada activo incluyendo al *SPX*:

Activo	Desviación Estándar
XLE	26.93 %
XLK	22.97 %
XLU	19.45 %
XLV	18.10 %
SPX	18.48 %

Tabla 2: Desviación estándar anualizada de los activos seleccionados en el periodo total.

Con esta última tabla presentada, al comparar las desviaciones estándar, podemos destacar que, los sectores de tecnología y energéticos son los que presentan mayor volatilidad reflejando el riesgo que involucran estos sectores; mientras que *utilities* y salud son sectores con menor volatilidad respecto a los dos sectores anteriores y muy similares al mercado estadounidense general reflejado en el *SPX*.

2. Resultados

Antes de comenzar a exponer los resultados obtenidos cabe mencionar que éstos se han hecho bajo dos escenarios: Portafolio sólo con los cuatro activos de elección y Portafolio con los cuatro activos y un activo libre de riesgo.

2.1. Portafolio óptimo de Media-Varianza con Restricción en la suma de los pesos

Bajo este criterio, se han considerado los niveles de aversión al riesgo (λ) 0.5, 1, 5 y 100, recordemos que valores más grandes indican una mayor aversión al riesgo por parte del inversionista y valores más pequeños y cercanos a 0 reflejan un mayor apetito de riesgo. Comenzando con el portafolio sin activo libre de riesgo se obtuvieron los siguientes pesos óptimos:

λ	XLE	XLK	XLU	XLV
0.5	-171.4 %	587.62 %	-119.19 %	-197.03 %
1	-81.23 %	295.03 %	-41.02 %	-72.79 %
5	-9.08 %	60.97 %	21.52 %	26.6 %
100	8.05 %	5.37 %	36.37 %	50.2 %

Tabla 3: Resultados para Media-Varianza Restringido (Cartera sin activo libre de riesgo)

Cada una de las composiciones anteriores para diferentes niveles de λ presentan los siguientes rendimientos esperados anuales:

λ	Rendimiento
0.5	79.63 %
1	44.08 %
5	20.75 %
100	15.79 %

Tabla 4: Rendimientos esperados

Pasando con el portafolio con activo libre de riesgo se obtuvieron los siguientes pesos óptimos para los mismos niveles de aversión al riesgo anteriores:

λ	XLE	XLK	XLU	XLV	Activo Libre de Riesgo
0.5	-126.68 %	600.01 %	66.49 %	59.87 %	-499.69 %
1	-63.34 %	299.99 %	33.24 %	29.96 %	-199.85 %
5	-12.66 %	59.97 %	6.65 %	6.03 %	40.01 %
100	-0.63 %	2.97 %	0.33 %	0.35 %	96.98 %

Tabla 5: Resultados para Media-Varianza Restringido (Cartera con activo libre de riesgo)

En este escenario, cada una de las composiciones anteriores para diferentes niveles de λ presentan los siguientes rendimientos esperados anuales:

λ	Rendimiento
0.5	174.27 %
1	70.69 %
5	16.72 %
100	6.64 %

Tabla 6: Rendimientos esperados

En ambos escenarios, por la naturaleza del nivel λ (a mayor valor, mayor aversión al riesgo), vemos que existe una relación inversa respecto al rendimiento esperado del portafolio correspondiente, es decir, a mayor nivel λ (inversionista más conservador), menor rendimiento esperado. Más aún, para los cuatro activos seleccionados y en términos generales, sí el inversionista tiene un alto apetito por riesgo (valores más pequeños de λ) puede obtener mayor rendimiento del portafolio al incluir el activo libre de riesgo y por otro lado, sí el inversionista presenta una alta aversión al riesgo, podría alcanzar mayor rendimiento al excluir el activo libre de riesgo.

2.2. Portafolio óptimo sujeto a rendimiento definido

En nuestro caso, se busca obtener el portafolio óptimo para alcanzar un rendimiento del 13 % anual (ésto, en promedio). En primer lugar, se muestran a continuación los pesos óptimos obtenidos para el portafolio sin activo libre de riesgo:

Activo	Peso (w)
XLE	18.01 %
XLK	-26.94 %
XLU	45 %
XLV	63.92 %

Tabla 7: Pesos del portafolio óptimo para un rendimiento promedio del 13 % (Cartera sin activo libre de riesgo)

Para alcanzar el rendimiento objetivo anual del 13 %, este portafolio nos dicta la siguiente estrategia: sí el inversionista cuenta con un monto total de \$100 entonces, primero se realizan ventas en corto del *XLK* equivalentes a \$26.94 con lo que se obtienen suficientes recursos para comprar o adquirir los equivalentes a \$18.01, \$45 y \$63.92 del *XLE*, del *XLU* y del *XLV*, respectivamente.

Ahora, veamos los pesos óptimos obtenidos para el portafolio con activo libre de riesgo:

Activo	Peso (w)
XLE	-8.35 %
XLK	39.54 %
XLU	4.39 %
XLV	3.99 %
Activo Libre de Riesgo	60.43 %

Tabla 8: Pesos del portafolio óptimo para un rendimiento promedio del 13 % (Cartera con activo libre de riesgo)

Al incluir el activo libre de riesgo en el portafolio para alcanzar el rendimiento objetivo, se tiene la siguiente estrategia: partiendo de un inversionista que cuenta con un monto total de \$100 entonces, primero se realizan ventas en corto del *XLE* equivalentes a \$8.35 con lo que se obtienen suficientes recursos para adquirir los equivalentes a \$39.54, \$4.39, \$3.99 y \$60.43 del *XLK*, del *XLU*, del *XLV* y del activo libre de riesgo, respectivamente. Nótese que con esta estrategia que incluye el activo libre de riesgo, en comparación con la anterior, reduce el riesgo de impago por parte de las contrapartes.

2.3. Portafolio de Varianza Mínima

Como en los casos anteriores, vamos a comenzar presentando los resultados obtenidos para el portafolio que excluye el activo libre de riesgo:

Activo	Peso (w)
XLE	8.95 %
XLK	2.45 %
XLU	37.15 %
XLV	51.45 %

Tabla 9: Pesos del portafolio de mínima varianza (Cartera sin activo libre de riesgo)

Bajo este escenario, el portafolio anterior nos dicta la siguiente estrategia: sí se cuenta con un monto total a invertir de \$100 entonces, se adquieren los equivalentes a \$8.95, \$2.45, \$37.15 y \$51.45 del *XLE*, del *XLK*, del *XLU* y del *XLV*, respectivamente. Notemos que aquí no tomamos posiciones cortas en ningún activo y además, el rendimiento esperado de este portafolio es del **15.53 %** anual

Ahora, presentamos el portafolio óptimo de mínima varianza incluyendo el activo libre de riesgo:

Activo	Peso (w)
XLE	0 %
XLK	-0.03 %
XLU	0 %
XLV	0.05 %
Activo Libre de Riesgo	99.98 %

Tabla 10: Pesos del portafolio de mínima varianza (Cartera con activo libre de riesgo)

En este caso, el resultado anterior nos dicta la siguiente estrategia: sí el inversionista cuenta con \$100, entonces se realizan ventas en corto del *XLK* por el equivalente a \$0.03 y posteriormente sólo se adquieren los equivalentes a \$0.05 del *XLV* y a \$99.98 del activo libre de riesgo. Adicional a lo

anterior, el rendimiento esperado de este portafolio es del **6.13%** anual, de modo que, aunque en comparación con el portafolio de mínima varianza se espera menor rendimiento, se reduce el riesgo de impago por parte de las contrapartes.

2.4. Portafolio Tangente

Similar a los anteriores, comencemos presentando el portafolio tangente a la frontera eficiente para cuando se excluye el activo libre de riesgo:

Activo	Peso (w)
XLE	-21.22 %
XLK	100.35 %
XLU	11.00 %
XLV	9.88 %

Tabla 11: Pesos del portafolio tangente
(Cartera sin activo libre de riesgo)

En este primer escenario, el portafolio tangente nos dicta la siguiente estrategia: partiendo de un inversionista que cuenta con \$100, se realizan ventas en corto del *XLE* por el equivalente a \$21.22, de manera que, se tienen recursos suficientes para adquirir del *XLK*, del *XLU* y del *XLV* los equivalentes a \$100.35, \$11 y \$9.88, respectivamente. Además de esto, con esta composición se espera un rendimiento anual del **24.39%**.

Ahora, pasando al portafolio con activo libre de riesgo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Activo	Peso (w)
XLE	0.5 %
XLK	-2.4 %
XLU	-0.26 %
XLV	-0.19 %
Activo Libre de Riesgo	102.35 %

Tabla 12: Pesos del portafolio tangente
(Cartera con activo libre de riesgo)

Finalmente, para el portafolio tangente cuando se incluye el activo libre de riesgo se cuenta con la siguiente estrategia: partiendo nuevamente de un monto total a invertir de \$100, se toman posiciones cortas en el *XLK*, en el *XLU* y en el *XLV* equivalentes a \$2.4, \$0.26 y \$0.19, respectivamente; después se adquieren los equivalentes a \$0.5 del *XLE* y a \$102.35 del activo libre de riesgo. Adicionalmente, el rendimiento esperado de este portafolio tangente es del **5.73%** anual y también, como en los casos anteriores, sí se excluye el activo libre de riesgo, el portafolio tangente presenta un mayor rendimiento esperado con respecto a cuando se excluye y en el caso contrario, se reduce el riesgo de impago de las contrapartes.