



DOCENTES DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

40 Jornadas Nacionales de Administración Financiera
Octubre 2020

Sobrediversificación: Carteras óptimas con Fondos de Inversión Coti- zados internacionales

Mauro Vita

Gabriela Pesce

Universidad Nacional del Sur

SUMARIO

1. Introducción
2. Objetivos e hipótesis
3. Marco de referencia
4. Metodología
5. Resultados obtenidos
6. Conclusiones

Para comentarios:
maurovita@gmail.com
gabriela.pesce@uns.edu.ar

Resumen

En este artículo se estudian carteras de inversión compuestas únicamente por fondos de inversión cotizados (ETF), los que utilizan un activo índice como *benchmark* y buscan replicar sus resultados con diversificación a bajos costos y mínimas inversiones de capital. En el caso de un inversor argentino, cuyo mercado y economía tienen un alto grado de volatilidad, con elevada inflación y permanente devaluación de la moneda, restricciones en la compra de divisas, así como también falta de estabilidad en las políticas macroeconómicas de largo plazo, podría encontrar en activos de otras economías una respuesta a todos estos inconvenientes, manteniendo el valor real de sus inversiones en el tiempo.

En este trabajo se hace énfasis en ETF de diferentes mercados del mundo, asociados a activos de distinta naturaleza, los cuales son cotizados en moneda dólar estadounidense, cuya tenencia en sí misma ya puede considerarse un refugio de valor en el contexto actual. A su vez, se pretende obtener rendimientos que puedan superar la inflación anualmente en dicha moneda y generar un flujo positivo a largo plazo mediante una gestión pasiva.

Metodológicamente, la investigación presenta un abordaje cuantitativo, de índole empírica con alcance correlacional, trabajando a partir de información secundaria histórica sobre los ETF seleccionados en ventanas temporales de 5 y 10 años y su comparación con la situación bajo Covid-19. Sobre los datos se calculan rendimientos, volatilidades y ratios de Sharpe de las carteras para diferentes problemas de optimización.

A partir de los análisis realizados se puede argumentar que para el período de análisis resulta redundante la inclusión de más de un ETF de grandes grupos de acciones, como lo son los que representan al S&P500 (SPY), las empresas en crecimiento de pequeña capitalización (VBK), el índice Russell 2000 de empresas pequeñas (IWB) y el índice que replica prácticamente la totalidad del mercado de acciones estadounidense (VTI), ya que los mismos encuentran en un índice de acciones de base tecnológica (QQQ) una cartera dominante que no da lugar a otros grupos de ETF de renta variable. Solo se presentan beneficios de la diversificación en el ORO y la renta fija, con GLD y VCIT (bonos corporativos) respectivamente. En relación con los mercados internacionales emergentes y otros desarrollados no norteamericanos, el resultado es idéntico, ya que el desempeño de los ETF incluidos en este trabajo no justifica su incorporación para el rango de los últimos 5 años, siendo sus métricas de rendimiento claramente inferiores a las del mercado norteamericano.

Desde el punto de vista de un inversor argentino se puede determinar que el uso de instrumentos internacionales permite una disminución considerable del riesgo de su cartera aplicando la optimización del precio del riesgo, así como también en caso de que el perfil de la persona lo amerite, un mayor rendimiento igualando la volatilidad obtenida por un portafolio integrado únicamente por activos argentinos.

1. Introducción

En la actualidad debido al auge de la globalización, las telecomunicaciones, la inmediatez y la magnitud de la información disponible, un inversor tiene la posibilidad de armar su portafolio con instrumentos de cualquier mercado del mundo, tales como acciones, bonos, fondos de inversión cotizados o fondos comunes de inversión.

En el caso de un inversor argentino, cuyo mercado y economía tienen un alto grado de volatilidad, con elevada inflación y permanente devaluación de la moneda, restricciones en la compra de divisas, así como también falta de estabilidad en las políticas macroeconómicas de largo plazo, podría encontrar en activos de otras economías una respuesta a todos estos inconvenientes, manteniendo el valor real de sus inversiones en el tiempo. En particular, a partir de datos publicados en el Banco Central de la República Argentina (BCRA) en julio del 2020, los valores interanuales de inflación ascienden a 42,8% a nivel país, la cotización del dólar minorista pasó de \$17,06 en julio del 2017 a \$74,13 para el mismo período en 2020. A su vez, actualmente, el monto máximo a comprar de divisas por una persona asciende a 200 dólares mensuales, con un impuesto país del 30% y una retención del 35% a cuenta de impuestos, ambos sobre el monto abonado.

En este contexto, la diversificación de riesgos e inversiones eficientes de ahorros se vuelve un problema complejo para un inversor argentino. Por ello, este trabajo en particular pone énfasis en instrumentos de diferentes mercados del mundo, asociados a activos de distinta naturaleza cotizados en la moneda dólar estadounidense, cuya tenencia en sí misma ya puede considerarse un refugio de valor en el contexto actual. A su vez, se pretende obtener rendimientos que puedan superar la inflación anualmente en dicha moneda y generar un flujo positivo a largo plazo mediante una gestión pasiva de la misma, es decir sin una necesidad permanente de rearmado de la cartera.

Los instrumentos a analizar son fondos de inversión cotizados o ETF por sus siglas en inglés (*exchange-traded funds*) previamente seleccionados. Actualmente el mercado de ETF maneja enormes cantidades de dinero, existen más de 2.000 diferentes con una capitalización de miles de millones de dólares. Sólo los 10 más valiosos ascienden a U\$S 1.254 millones (Etf.com, julio 2020). Si bien la magnitud del mercado es importante, estos valores aún están lejos en comparación con el mercado accionario, el cual asciende aproximadamente a 30 billones de dólares, estando concentrado entre las cinco empresas más grandes el 20% de dicho valor (Amazon, Apple, Facebook, Google y Microsoft) (investing.com, julio 2020).

En el análisis propuesto, se busca encontrar una proporción óptima de participación en los ETF para obtener la máxima rentabilidad en función del nivel de riesgo asumido, a través de la diversificación de los mismos en función de lo expuesto por Harry Markowitz (1952) en su artículo *Portfolio Selection* que dio lugar a la Teoría de la Cartera.

Esta idea es original en tanto propone diversificar mediante carteras ya diversificadas, para evaluar si es posible eliminar alguna parte del riesgo sistemático mediante la composición de carteras compuestas por ETF y obtener el máximo precio del riesgo posible, bajo diferentes circunstancias.

Un inversor argentino podría encontrar en este trabajo una alternativa para su cartera inexistente en el mercado doméstico, ya que este tipo de instrumentos, como lo son los ETF, combinan la solidez de una inversión en Estados Unidos u otros mercados desarrollados, con la diversificación de poseer una variada cantidad de empresas y/o instrumentos en cada fondo.

Estas dos características no abundan en nuestro país como fue mencionado precedentemente y proporcionan la posibilidad de tener ganancias reales en moneda extranjera.

2. Objetivos e hipótesis

Teniendo en cuenta la motivación planteada precedentemente, el objetivo principal de este artículo es realizar un análisis de carteras compuestas por diversos ETF, a la luz de la teoría de la cartera, para encontrar el máximo precio del riesgo internacional. Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Estimar la correlación entre diferentes ETF de grandes grupos de acciones y argumentar analíticamente la ventaja de diversificar la cartera entre los mismos.
- Determinar la correlación entre diferentes ETF de mercados de Estados Unidos en relación a mercados emergentes y otros mercados desarrollados, que justifique la diversificación de la cartera.
- Estimar la participación óptima de inversión en un grupo predeterminado de ETF existentes a nivel internacional que maximice la rentabilidad obtenida por unidad de riesgo asumido.
- Determinar la cartera de mínima varianza y la frontera eficiente de carteras compuestas por ETF, para diferentes niveles de riesgo.
- Evaluar cuánto riesgo sistemático puede eliminarse vía una diversificación internacional para un inversor argentino.
- Cuantificar el impacto de una crisis internacional extraordinaria (Covid-19) en los resultados previamente obtenidos.

Como hipótesis del trabajo se analizan:

H₀) Un inversor argentino puede construir portafolios con precios del riesgo superiores a otras alternativas, a partir de la inversión en carteras diversificadas mediante ETF internacionales.

H₁) El riesgo sistemático puede reducirse sustancialmente mediante una diversificación de la inversión con instrumentos internacionales a partir de ETF.

H₂) El efecto de la pandemia actual sobre los rendimientos de carteras compuestas por ETF está atenuado por la diversificación, en relación al efecto sobre cada fondo de inversión cotizado individualmente.

3. Marco de referencia

3.1 Teoría de la cartera

La teoría de la cartera generada a partir de *Portfolio Selection* de Harry Markowitz (1952) es un modelo seminal de finanzas que indica que los inversionistas racionales siempre tratarán de minimizar su riesgo y maximizar sus ganancias. El inversionista construirá una cartera

diversificando su riqueza entre varias inversiones o activos diferentes. La teoría de la cartera indica que uno no debe examinar el riesgo de una sola acción de forma aislada, sino que debe analizar ese riesgo en comparación con el riesgo de la cartera entera y su impacto en el mismo. En una cartera diversificada, las distintas acciones tienen diferentes niveles de riesgo, y reaccionan en distinta forma a las condiciones económicas.

El principal aporte, el cual parte de la premisa de que el futuro es una buena extensión del pasado y realiza sus estimaciones en base a información histórica, consiste en la explicación de que a medida que la cantidad de activos incorporados en un portafolio aumenta, la varianza del mismo se aproxima continuamente a la covarianza media, es decir que el riesgo de una cartera bien diversificada estará dado principalmente por las covarianzas de los activos involucrados en ella y tenderá a la covarianza media.

Los supuestos más importantes en los que se basa Markowitz (1952) en su trabajo son:

- Los rendimientos de los activos financieros siguen una distribución normal.
- Las correlaciones entre diferentes activos se mantienen constantes para un período de tiempo dado.
- Todos los inversores son racionales y adversos al riesgo, por lo que están interesados en maximizar sus rendimientos para un determinado nivel de riesgo.
- Los inversores son tomadores de precios, no pueden fijar los precios de un determinado activo o acción.
- Se puede invertir en cualquier proporción en las diferentes acciones.
- Se puede prestar e invertir al tipo sin riesgo de forma ilimitada.

En el marco de estas teorías (Markowitz, 1952a, 1952b, 1959; Sharpe, 1963, 1994) surgen algunos conceptos claves que se presentan a continuación, para caracterizar el conjunto de posibilidades de inversión a través de sus límites y sus atributos: la cartera de mínima varianza, la frontera de mínima varianza, la frontera eficiente y el precio del riesgo o ratio de Sharpe.

La *cartera de mínima varianza* es aquella composición de activos que arroja la menor volatilidad posible de todo el conjunto de posibilidades de inversión. El problema a resolver para encontrarla se resume en minimizar la volatilidad de la cartera, cambiando las participaciones de los activos involucrados, sujeto a que la suma de las participaciones en los instrumentos financieros sea igual a 1.

La *frontera de mínima varianza* se trata del conjunto de carteras que arrojan el menor nivel de riesgo posible, dados diferentes niveles de rendimiento. Estas incluyen tanto carteras eficientes o dominantes como carteras ineficientes o dominadas.

La *frontera eficiente* está representada por el conjunto de carteras que arrojan el mayor nivel de rendimiento posible, dados diferentes niveles de riesgo. Se podría decir que son las que mayor precio del riesgo tienen, para cada nivel del mismo, y es un subconjunto de las carteras que constituyen la frontera de mínima varianza.

Finalmente, en 1966 William Sharpe introduce el concepto de precio del riesgo o *ratio de Sharpe*, que refleja la rentabilidad en exceso (diferencia entre la rentabilidad de la cartera y la de un activo libre de riesgo), por unidad de riesgo total en la cartera. En otras palabras, sirve para valuar el precio que paga el mercado por cada unidad de riesgo asumido (ecuación 1). Mientras más alto sea este ratio, más atractiva será la inversión o cartera de inversiones que

estemos evaluando.

$$\text{Ratio de Sharpe} = \frac{E(R_c) - R_f}{\sigma_c} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde: $E(R_c)$ es el rendimiento esperado de la cartera, R_f la tasa de rendimiento de un activo libre de riesgo y σ_c la volatilidad de la cartera, medida a través del desvío estándar de sus rendimientos.

Con ello, de todas las carteras situadas sobre la frontera eficiente, se puede determinar cuál de ellas es la eficiente óptima en términos de precio del riesgo. En particular esta cartera que maximice el ratio de Sharpe es considerada como la cartera de mercado (M) lo que da lugar a la ecuación de la línea de mercado de capitales que une combinaciones de portafolios compuestos por el activo libre de riesgo y la cartera de mercado, según se expresa a continuación en la ecuación.

$$E(R_c) = R_f + \left[\frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_m} \right] * \sigma_c \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde: $E(R_c)$ es el rendimiento estimado de la cartera, R_f la tasa de rendimiento del activo libre de riesgo, $\left[\frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_m} \right]$ es el precio del riesgo de la cartera de mercado, que es máximo, y σ_c es la volatilidad del rendimiento de la cartera.

3.2 Fondos de inversión cotizados o ETF

Los fondos de inversión cotizados o ETF son fondos de inversión que cotizan en bolsa como si fueran acciones, replicando un índice bursátil existente tanto como sea posible (Deville, 2008). Mediante este tipo de instrumentos, se obtiene una gran diversificación de forma sencilla y por montos de dinero muy inferiores a los que se debería incurrir si se quiere obtener la misma cartera a través de acciones. Funcionan como una canasta de valores y al comportarse como acciones, este producto se puede comprar y vender en cualquier momento de la sesión bursátil del mercado de valores, por lo que su cotización varía durante toda la jornada (Malkiel, 2019).

Los ETF pueden negociar distintos tipos activos o replicar distintos índices, lo que le da al inversor una flexibilidad para invertir en dichos instrumentos, adaptándose al tipo de gestión que se quiera realizar. Pueden enfocarse en renta fija o variable, u otro tipo de activos, así como atender distintos perfiles de riesgo por su exposición a la volatilidad así como por su horizonte temporal. En la tabla 1 se puede observar la diferencia de atributos de los ETF en comparación con otros activos financieros, tales como los fondos comunes de inversión (FCI), acciones y bonos.

Dentro de los diferentes antecedentes académicos que se encuentran relacionados con la inversión en ETF se identifican, entre ellos, los que buscan analizar las diferencias o similitudes que se pueden observar en relación a los fondos comunes de inversión.

En su artículo para Vanguard en octubre del 2015, Dickson, Kwon y Rowley, hacen un análisis muy completo de las principales diferencias entre los fondos comunes de inversión y los ETF. En su introducción explicitan que la decisión de utilizar uno u otro instrumento no es una estrategia de inversión en sí misma, sino que más precisamente depende de la forma de

Tabla 1. Comparación de los ETF con otros activos financieros

Activos	Renta	Perfil de riesgo	Gestión de cartera	Gastos gestión	Costos de diversificación	Operatoria
ETF	Fija o Variable	Inversor moderado	Pasiva o Activa	Bajos	Bajos	Inmediata
FCI	Fija o Variable	Inversor moderado	Activa	Altos	Bajos	Diaria/48 h. /72 h.
Acciones	Variable	Inversor arriesgado	Pasiva o Activa	Nulos	Altos, requiere mucha inversión	Inmediata
Bonos	Fija	Inversor conservador	Pasiva o Activa	Nulos	Altos, requiere mucha inversión	Inmediata

manejar su portafolio. Los cuatro factores clave que consideran para diferenciarlos son: (1) estrategia de inversión, (2) flexibilidad de compra-venta, (3) accesibilidad y (4) costos. Al respecto indican:

- 1) *Estrategia de inversión*: La diferencia entre ambos fondos radica en la forma en que el inversor quiera gestionar sus inversiones, ya sea de forma pasiva o activa, siendo los ETF los que responden a la primera de ellas y los FCI a la restante. Siempre se debe tener en cuenta el tipo de ETF que se trate, ya que al replicar índices y debido a la creciente oferta que hay actualmente de los mismos su gestión activa o no, va a depender del índice que se trate. En este artículo se trabaja con índices pasivos y por consiguiente con ETF de la misma característica, ya que ese es el enfoque de inversión que se quiere optimizar.
- 2) *Flexibilidad de compra-venta*: Si bien para algunos inversores la flexibilidad de poder recuperar su inversión en un plazo de 24/48/72 horas es suficiente, para los que no les resulte adecuado, los ETF tienen múltiples ventajas: a) Posibilidad de limitar una orden de compra-venta: Comprar a no más o vender a no menos de determinado precio. b) Posibilidad de comprar a mercado: Se prioriza asegurarse el activo independientemente del precio. c) Orden de precio limite de mercado: Activar una orden de compra-venta, cuando el precio sea el de mercado o por debajo en el caso de una compra y por encima en caso de una venta. Tiene el mismo objetivo de la compra a mercado pero con cierta protección en el precio. d) Vender en descubierto: Vender el ETF sin tener posesión esperando una baja del precio del mismo para luego recomprarlo a un valor menor, permitiendo ganancias incluso con expectativas de baja. e) Orden de *stop-loss*: Posibilidad de fijar un precio de la salida de la posición ya sea cuando baje o suba hasta un determinado valor.
- 3) *Accesibilidad*: No todas las plataformas de inversión o *brokers* permiten acceso a la totalidad de los FCI, ya que muchos de estos tienen convenios con determinadas plataformas. Esto no sucede así con los ETF ya que los mismos cotizan en el mercado de forma similar a una acción y pueden ser adquiridos desde cualquier cuenta.
- 4) *Costos*: Dentro de los costos hay que considerar los dos principales que son los costos administrativos propios del fondo por el manejo del mismo y los costos de transacción. En el caso de una cartera pasiva como se pretende obtener, estos últimos tienen un papel mínimo en las consideraciones del inversor, ya sea porque en las plataformas de Estados Unidos generalmente son muy bajos e incluso nulos, así

como por el hecho de que la cartera seleccionada no requiere un rebalanceo permanente que incremente los gastos. En relación a los costos administrativos o de gestión, estos son claramente superiores en un FCI ya que sus gestores buscan a través de la inversión activa obtener rendimientos superiores a los del mercado, cuya operatoria se traduce en mayores gastos para los inversionistas, ya sea que logren este objetivo o no.

En conclusión, ambos instrumentos son una buena alternativa de inversión y dependerá principalmente de qué tipo de gestión de cartera quiera hacer ese inversor con su dinero. El análisis a desarrollar estará enfocado en una gestión pasiva del portafolio, por lo cual se entiende y confirma lo mencionado por Dickson, Kwon y Rowley (2015) en relación a que los ETF representan la mejor opción para este tipo enfoque. Con el desarrollo del trabajo se pretende, a través de la diversificación, disminuir el impacto de los resultados negativos de los índices en los que se desea invertir, así como también potenciar el rendimiento de la cartera de acuerdo a la volatilidad asumida.

4. Metodología

4.1 Diseño metodológico y objeto de estudio

El trabajo de investigación es de índole empírica, con alcance correlacional, trabajando a partir de información secundaria histórica de un grupo de ETF previamente seleccionados de diversa magnitud de activos, sectores, mercados y niveles de riesgo. A partir de la información obtenida de los sitios web Blackrock (2020), Vanguard (2020), Vanguard México (2020) y Etf.com (2020), se realiza una breve descripción de los fondos de inversión cotizados seleccionados como objeto de estudio, según el siguiente detalle:

- SPY: ETF que replica el comportamiento del *Standard & Poor's 500 composite stock price*, formado por las 500 acciones de las empresas más importantes del mercado de valores de EE.UU.
- VTI: El fondo emplea un enfoque de inversión de indexación diseñado para rastrear el desempeño del índice *CRSP US Total Market (Center for research in security prices)*, que representa aproximadamente el 100% del mercado bursátil estadounidense invertible e incluye acciones de gran, mediana, pequeña y micro capitalización.
- VBK: La inversión busca rastrear el desempeño del Índice de Crecimiento de Pequeña Capitalización de Estados Unidos, que mide el retorno de la inversión de las acciones de crecimiento de las pequeñas empresas norteamericanas.
- IWV: Este ETF ofrece seguimiento al índice Russell 2000, una medida ampliamente seguida de acciones estadounidenses de pequeña capitalización.
- ICF: El ETF *iShares Cohen & Steers REIT* busca replicar los resultados de inversión de un índice compuesto por fideicomisos de inversión en bienes inmuebles de EE.UU. (*Real Estate Investment Trusts* o REITs).

- **QQQ:** El fondo pretende replicar la rentabilidad de un índice compuesto por los 100 valores de las compañías más importantes del sector de la industria de la tecnología cotizadas en el Índice NASDAQ.
- **GLD:** Se trata de un fondo cotizado sobre oro físico. El ETF posee físicamente la mayor reserva privada de oro, representa una parte de los lingotes de oro, y esta característica es la que lo diferencia de muchos otros ETF sobre el mismo subyacente.
- **TLT:** El ETF *iShares 20+ Year Treasury Bond* busca replicar los resultados de inversión de un índice compuesto por bonos del tesoro de EE.UU. con vencimientos residuales de más de veinte años.
- **VEU:** Rastrea un índice ponderado por capitalización bursátil de acciones no estadounidenses de gran y mediana capitalización.
- **VEA:** El fondo busca replicar el rendimiento de un índice de referencia que mide el rendimiento de la inversión de acciones emitidas por empresas ubicadas en Canadá y los mercados más importantes de Europa y la región del Pacífico.
- **VCIT:** El fondo busca replicar el rendimiento de un índice de bonos corporativos ponderados de mercado con un vencimiento promedio ponderado en dólares a plazo intermedio (5 a 10 años).
- **VWO:** El fondo busca replicar el rendimiento de un índice de referencia que mide el rendimiento de la inversión de acciones emitidas por empresas ubicadas en países de mercados emergentes en Asia, Africa y Sudamérica.

Los ETF seleccionados buscan representar diferente naturaleza de activos financieros y reales, diversos horizontes temporales y mercados heterogéneos (tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los ETF seleccionados y sus principales características

<i>ETF</i>	<i>Tipo</i>	<i>Tamaño empresas</i>	<i>Tipo mercado involucrado</i>
SPY	Renta Variable	Grandes	EEUU
VTI	Renta Variable	Grandes y Pequeñas	EEUU
VBK	Renta Variable	Pequeñas	EEUU
IWV	Renta Variable	Pequeñas	EEUU
ICF	Bienes Raíces	No aplica	EEUU
QQQ	Renta Variable / Tecnológicas	Grandes	EEUU
GLD	Oro	No aplica	No aplica
TLT	Renta Fija	No aplica	EEUU
VEU	Renta Variable	Grandes	Desarrollados sin EEUU
VEA	Renta Variable	Grandes	Desarrollados Canadá, Europa y Pacífico
VCIT	Renta Fija	No aplica	EEUU
VWO	Renta Variable	Grandes	Mercados emergentes

El criterio de selección de los mencionados ETF es multicausal. Teniendo en cuenta la capitalización, SPY, VTI, QQQ, GLD y VWO se encuentran entre los 10 primeros de dicho rubro (siendo los restantes, variantes de los mismos tipos de índices replicados). Así como VCIT y TLT se encuentran entre los más grandes ETF de renta fija, pero con una clara complementación entre los mismos ya que el primero de ellos se enfoca en bonos corporativos y el segundo en bonos soberanos de Estados Unidos.

A su vez los gastos de gestión son una variable a tener en cuenta, en cuyo caso los ETF del grupo Vanguard suelen ser líderes (VTI, VBK, VEU, VEA, VCIT, VWO). Por último y con la finalidad de diversificar la empresa que gestiona los ETF (según puede observarse en la tabla 3), se incluyó ICF e IWV del grupo Blackrock para no tener una gran dependencia en Vanguard.

Tabla 3. Resumen de los prospectos de los ETF seleccionados

ETF	Fecha Inicio	Gastos de gestión	Volumen promedio (U\$M)	Capitalización (U\$M)	Empresa gestora
SPY	22/01/1993	0,09%	25970	275820	State Street Global Advisors
VTI	24/05/2001	0,03%	660	144800	Vanguard
VBK	26/01/2004	0,07%	49	10540	Vanguard
IWV	22/05/2000	0,18%	139	27910	Blackrock
ICF	29/01/2001	0,34%	10	19000	Blackrock
QQQ	10/03/1999	0,20%	8870	115770	Invesco
GLD	18/11/2004	0,40%	68	1640	State Street Global Advisors
TLT	22/07/2002	0,15%	1570	18990	Blackrock
VEU	02/03/2007	0,08%	243	23430	Vanguard
VEA	20/07/2007	0,05%	566	70060	Vanguard
VCIT	19/11/2009	0,05%	429	36310	Vanguard
VWO	04/03/2005	0,10%	544	56320	Vanguard

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Etf.com, julio 2020.

En la realización del análisis comparativo entre carteras de ETF y sus alternativas para un inversor argentino que busca diversificar, se trabajó con las acciones que cotizan tanto en el mercado argentino como en el norteamericano (NYSE) durante el período 2015-2019, excluyéndose de este modo los títulos de renta variable con menor período de cotización. La selección de estos activos se debe a que son las empresas de mayor importancia en el mercado doméstico, se puede acceder a los mismos en moneda local, pero a su vez al cotizar en el exterior, a través de *American Depositary Receipts* (ADR) tienen su correspondiente valor en dólar norteamericano, que permite una comparación relevante con los ETF en lo que a rendimientos y volatilidad se refiere.

En la actualidad se puede mencionar a las criptomonedas como una alternativa de inversión para el público argentino. Si bien es necesario explicitar que la volatilidad de las mismas es muy elevada, y su trayectoria es muy reciente como para tener una gran período de

datos disponibles, hay que reconocer que las mismas han tenido un crecimiento en su valor, negociación y reconocimiento. Al cotizar las mismas en moneda dura, pueden ser una opción para inversores que entiendan los riesgos en los que incurren con la potencialidad de obtener beneficios futuros.

4.2 Métodos de análisis de datos

Sobre los fondos previamente mencionados se obtiene inicialmente la cotización diaria ajustada (por dividendos y separación de acciones en caso de existir), a partir de la información disponible en sitio Yahoo Finanzas, para un período de año calendario cerrado de 5 años, del 01/01/2015 al 31/12/2019 (1.257 observaciones). Desde el punto de vista computacional, se trabaja con planillas de cálculo y software de optimización, tal como Solver de MS Excel.

A partir de estos datos se calculan los rendimientos diarios que permiten obtener la rentabilidad media anual, la volatilidad medida a través del desvío estándar anualizado y el ratio de Sharpe para cada uno de los instrumentos en particular, así como su correlación en general, a través de una matriz de varianzas-covarianzas. Dado que se trabaja con 12 ETF, la matriz resultante contiene 12 términos de varianzas y 132 términos de covarianzas ($12 \times 12 - 12$).

Luego a través de un proceso de multiplicación matricial de rendimientos (matriz de 12×1) y participaciones (matriz de 1×12), o bien de riesgos (matriz de 12×12) y participaciones (matriz de 1×12), se obtienen el rendimiento estimado de la cartera y su riesgo.

Para el cálculo matricial se utilizó la función MMULT la cual devuelve el producto matriz de dos matrices. Arroja como resultado una matriz con el mismo número de filas que matriz 1 y el mismo número de columnas que matriz 2. A partir de estas variables, se resuelven los problemas de optimización para obtener la participación idónea de cada uno de los ETF teniendo en cuenta los objetivos planeados inicialmente.

Luego de la obtención de los datos para cada uno de los ETF, se realiza el cálculo de la cartera que optimiza los resultados buscados para el período de análisis y realiza la estimación de su rendimiento, su desvío estándar y su ratio de Sharpe.

En este trabajo no se asumen ventas cortas, por lo que se incluyen restricciones de no negatividad en las participaciones de cada ETF al resolver los problemas.

A su vez, y a modo de comparación, se estimaron las mismas métricas para todos los ETF y la cartera obtenida de forma individual, año a año, desde el año 2010 al 2019, período en el cual ya se encontraban cotizando la totalidad de los mismos. También se obtuvieron datos del primer semestre del año 2020 con la finalidad de analizar la respuesta de la cartera a un contexto de crisis internacional como el que se vive producto del COVID-19.

Para el cálculo del ratio de Sharpe, se utiliza como tasa libre de riesgo la correspondiente a las T-Bills norteamericanas a 90 días, vigentes en cada período de análisis correspondiente, obtenida de la página del Dr. A. Damodaran. Durante dicho período la tasa anual de retorno para las T-Bills osciló entre el 0,05% y el 1,94%. Complementariamente, cuando es necesario establecer una cartera de mercado para su comparación, por ejemplo para cuantificar el riesgo sistemático, se utiliza el índice S&P500 como su *proxy* para tal fin.

5. Resultados obtenidos

Se presentan los diferentes resultados que se obtuvieron para la totalidad de los ETF seleccionados, en las tres variables a desarrollar en este trabajo como son rendimiento, riesgo y ratio de Sharpe. A través de diferentes tablas y gráficos se busca visibilizarla evolución de las métricas a lo largo del tiempo, analizando sus variaciones tanto por año como por ETF. En cada subsección correspondiente se explicitan los resultados y discusiones principales, permitiendo a través de las mismas un mejor entendimiento de la información presentada. En las siguientes tablas se presentan los resultados del rendimiento y el riesgo de diferentes ETF y las correlaciones entre los mismos que ayudan a su interpretación.

Tabla 4. Resultados de las variables de interés para período 2015-2019

<i>ETF</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Desvío</i>	<i>Ratio de Sharpe</i>
SPY	0,1182	0,1342	0,8094
VTI	0,1149	0,1344	0,7834
VBK	0,1124	0,1606	0,6402
IWV	0,1138	0,1349	0,7723
ICF	0,0809	0,1517	0,4703
QQQ	0,1686	0,1716	0,9269
GLD	0,0535	0,1256	0,3500
TLT	0,0488	0,1210	0,3246
VEU	0,0669	0,1435	0,3997
VEA	0,0692	0,1404	0,4245
VWO	0,0652	0,1816	0,3063
VCIT	0,0459	0,0378	0,9629

Como puede observarse en la Tabla 4, el ETF de mayor rendimiento promedio es QQQ (renta variable), caracterizado también por un nivel de volatilidad alta, aunque no el mayor. En el otro extremo, el fondo con menor rendimiento promedio es VCIT (renta fija), con un nivel de riesgo sustancialmente menor al resto de los ETF.

En un análisis comparativo entre los ETF de manera individual, se puede afirmar que existen algunos fondos claramente dominados, incluso entre aquellos que siguen índices de renta variable. Por mencionar ilustrativamente algún caso, VTI, VBK, IWV, VEA, VEU y VWO presentan todos mayor nivel de riesgo y menor nivel de rendimiento promedio en relación a SPY. En particular, VWO presenta la peor relación rendimiento-riesgo, siendo el fondo con mayor volatilidad promedio del período. Complementariamente, en la comparación entre ETF dominantes de renta variable, podría analizarse el desempeño de SPY versus QQQ, este último con mayor rendimiento y volatilidad que el primero.

Tabla 5. Correlaciones entre los rendimientos diarios (2015-2019)

	SPY	VTI	VBK	IWV	ICF	QQQ	GLD	TLT	VEU	VEA	VWO	VCIT
SPY	1											
VTI	0,9961	1,0000										
VBK	0,9185	0,9428	1,0000									
IWV	0,9955	0,9983	0,9432	1,0000								
ICF	0,6953	0,7025	0,6795	0,7023	1,0000							
QQQ	0,9266	0,9252	0,8773	0,9252	0,5869	1,0000						
GLD	-0,0181	-0,0134	0,0128	-0,0131	0,0741	-0,0281	1,0000					
TLT	-0,4844	-0,4848	-0,4409	-0,4862	-0,1912	-0,4082	0,2114	1,0000				
VEU	0,8888	0,8879	0,8216	0,8878	0,6455	0,7983	0,0992	-0,4545	1,0000			
VEA	0,8793	0,8775	0,8086	0,8775	0,6411	0,7849	0,0760	-0,4587	0,9864	1,0000		
VWO	0,8180	0,8175	0,7603	0,8181	0,6025	0,7505	0,1267	-0,3877	0,9155	0,8652	1,0000	
VCIT	-0,1324	-0,1297	-0,1098	-0,1328	0,0982	-0,1045	0,2614	0,7186	-0,0722	-0,0854	-0,0261	1

En cuanto a los coeficientes de correlación entre los rendimientos de los ETF se presentan valores en el intervalo entre 0,99 y -0,48, siendo mayoritariamente positivas. En particular entre los fondos de renta variable las correlaciones son altas y positivas (por encima de 0,75 y muchas por encima de 0,90). Solo los ETF vinculados al oro (GLD) y los dos de renta fija (TLT y VCIT) presentan correlaciones negativas con otros fondos. Este resultado es consistente con los encontrados por Popa (2017).

A partir de los cálculos mencionados para el período de análisis 2015-2019 se determinó que la cartera que optimiza el precio del riesgo para el período mencionado está compuesta solamente por tres ETF: QQQ, GLD y VCIT, cuyas participaciones para el período de análisis se observan en el gráfico 5.1.

Gráfico 1. Composición de cartera óptima según precio del riesgo

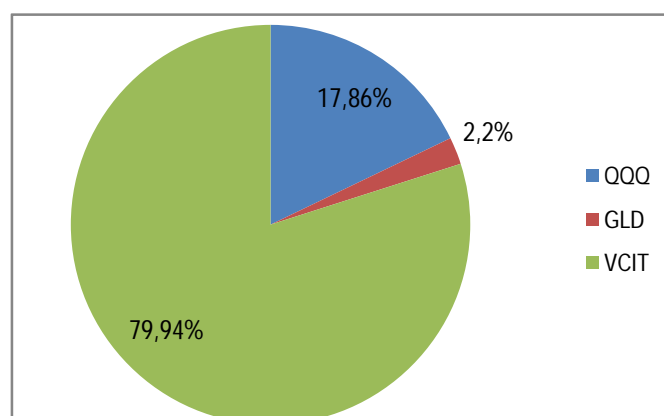


Tabla 6. Resultados de las variables de interés para la cartera óptima

ETF	Rendimiento	Desvío	Ratio de Sharpe
Cartera óptima	0,0680	0,0420	1,3907

De las tablas 4, 5 y 6 se puede observar que si bien la cartera no supera a la totalidad de los ETF en rendimiento o riesgo de forma individual, sí lo hace cuando lo que se busca es maximizar la relación entre los mismos a través del ratio de Sharpe. La justificación de la utilización de los tres fondos se encuentra principalmente en el alto rendimiento de QQQ, superando ampliamente al resto de los analizados y su correlación negativa con GLD y VCIT respectivamente. Si bien el fondo TLT también tiene una alta correlación negativa con el ETF tecnológico, su desvío es altamente superior al de los dos fondos anteriores, lo que genera su exclusión de la cartera cuando se busca su optimización.

A su vez, y a los efectos de observar los cambios en su evolución temporal, se utilizó el mismo método anual durante los últimos 10 años (período a partir del cual están disponibles la totalidad de los ETF seleccionados), así como un cálculo promedio para la totalidad de la década (P10) como para el último quinquenio (P5).

5.1 Rendimientos

En relación al rendimiento se realizan las estimaciones diarias de los mismos y a partir de estas se anualiza el resultado para los años 2010 a 2019, así como el promedio de los últimos 5 y 10 períodos (tabla 7).

Tabla 7. Evolución temporal de los rendimientos de los ETF por año

Rendimiento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	5años	10años
SPY	0,1399	0,0453	0,1576	0,2862	0,1327	0,0241	0,1218	0,1996	-0,0324	0,2784	0,1182	0,1353
VTI	0,1617	0,0384	0,1622	0,2951	0,1250	0,0152	0,1297	0,1957	-0,0400	0,2740	0,1149	0,1357
VBK	0,2768	0,0339	0,1794	0,3343	0,0515	-0,0137	0,1185	0,2040	-0,0405	0,2942	0,1124	0,1438
IWV	0,1569	0,0367	0,1620	0,2918	0,1236	0,0149	0,1283	0,1936	-0,0420	0,2743	0,1138	0,1340
ICF	0,3029	0,1418	0,1537	-0,0047	0,2987	0,0744	0,0611	0,0532	-0,0121	0,2280	0,0809	0,1297
QQQ	0,1883	0,0622	0,1795	0,3198	0,1851	0,1061	0,0817	0,2892	0,0249	0,3418	0,1686	0,1778
GLD	0,2485	0,1123	0,0759	-0,3095	-0,0110	-0,1029	0,0903	0,1259	-0,0149	0,1699	0,0535	0,0383
TLT	0,1005	0,3132	0,0341	-0,1350	0,2471	-0,0059	0,0200	0,0929	-0,0120	0,1496	0,0488	0,0805
VEU	0,1103	-0,1085	0,1894	0,1416	-0,0392	-0,0351	0,0644	0,2464	-0,1423	0,2017	0,0669	0,0627
VEA	0,0842	-0,0859	0,1872	0,2067	-0,0542	0,0099	0,0422	0,2384	-0,1499	0,2056	0,0692	0,0683
VWO	0,1743	-0,1589	0,1949	-0,0339	0,0132	-0,1495	0,1377	0,2814	-0,1404	0,1974	0,0652	0,0514
VCIT	0,0936	0,0874	0,1016	-0,0179	0,0745	0,0076	0,0520	0,0525	-0,0172	0,1350	0,0459	0,0568
Cartera óptima	0,1423	0,2059	0,1097	0,3069	0,2496	0,0493	0,0716	0,2595	0,0249	0,1590	0,0680	0,0816

De la tabla 7 se puede observar que en la década 2010-2019 se trata de un período de mercado alcista, con crecimientos promedio positivos en la totalidad de los casos. Si se analiza de forma segmentada se puede observar que los ETF conformados por grandes grupos de empresas como SPY, VTI, VBK, IWV y QQQ tienen muy buenos desempeños principalmente en los años 2013, 2017 y 2019. En los ETF de mayor refugio de valor, como ICF (bienes raíces), GLD (oro) y TLT (bonos largo plazo), los resultados más exitosos fueron al inicio de la década en 2010 y 2011. Incluso para el caso de bienes raíces y los bonos de largo plazo, 2014 también fue un muy buen año. En 2019 los rendimientos fueron altos para los tres fondos que componen la cartera como en el resto de los analizados.

Con relación a los ETF internacionales como VEA, VEU y VWO, los mejores años fueron 2012 y 2017, pero en contrapartida fueron los más afectados en los períodos negativos, más precisamente en 2018. Este año en cuestión fue negativo para la totalidad de los índices a excepción de QQQ, que no sólo no tuvo períodos negativos sino que a su vez fue el rendimiento promedio más elevado midiendo los últimos 5 ó 10 años.

Analizando los períodos negativos, los ETF que más años arrojaron pérdidas fueron VEU (2011, 2014, 2015 y 2018), GLD (2013, 2014, 2015 y 2018) y VWO (2011, 2013, 2015 y 2018) con 4 períodos. TLT y VEA tuvieron tres años con desempeño negativo, en 2013, 2015, 2018 y 2011, 2014 y 2018, respectivamente. El resto de los fondos no presentó más de un año negativo que acompañe al magro desempeño grupal de 2018. Este último probablemente haya representado un año de corrección de precios en la mayoría de los fondos, producto del gran desempeño de años anteriores.

5.2 Volatilidad

Para medir el nivel de riesgo de cada uno de los ETF se calcula el desvío estándar de sus rendimientos para cada período de análisis en forma individual, así como su correspondiente promedio de 5 años (2015-2019) y 10 años (2010-2019). Los resultados de los mismos se desglosan tanto por ETF como por año calendario.

Tabla 8. Evolución temporal del riesgo de los ETF por año

Desvío	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	5años	10años
SPY	0,1785	0,2297	0,1271	0,1105	0,1122	0,1540	0,1304	0,0673	0,1700	0,1251	0,1342	0,1469
VTI	0,1840	0,2393	0,1317	0,1126	0,1159	0,1524	0,1346	0,0697	0,1671	0,1261	0,1344	0,1500
VBK	0,2352	0,3163	0,1685	0,1417	0,1556	0,1606	0,1748	0,1032	0,1916	0,1580	0,1606	0,1891
IWV	0,1857	0,2400	0,1313	0,1124	0,1160	0,1524	0,1360	0,0696	0,1679	0,1263	0,1349	0,1505
ICF	0,2770	0,2993	0,1392	0,1594	0,1134	0,1783	0,1710	0,1017	0,1662	0,1261	0,1517	0,1842
QQQ	0,1925	0,2365	0,1530	0,1221	0,1380	0,1784	0,1614	0,1030	0,2285	0,1619	0,1716	0,1725
GLD	0,1648	0,2044	0,1513	0,2148	0,1491	0,1405	0,1615	0,0988	0,0973	0,1166	0,1256	0,1549
TLT	0,1609	0,2018	0,1418	0,1312	0,1060	0,1558	0,1290	0,0970	0,0925	0,1189	0,1210	0,1374
VEU	0,2398	0,2909	0,1723	0,1354	0,1198	0,1662	0,1820	0,0791	0,1493	0,1147	0,1435	0,1754
VEA	0,2464	0,3007	0,1762	0,1368	0,1212	0,1652	0,1790	0,0769	0,1428	0,1117	0,1404	0,1773
VWO	0,2420	0,3110	0,1885	0,1830	0,1650	0,2125	0,2132	0,1135	0,1992	0,1451	0,1816	0,2042
VCIT	0,0598	0,0556	0,0351	0,0514	0,0362	0,0485	0,0392	0,0330	0,0289	0,0356	0,0378	0,0436
Cartera	0,0588	0,0843	0,0309	0,1140	0,0644	0,0765	0,0408	0,0429	0,2285	0,0337	0,0420	0,0465

En relación al desvío para los diferentes ETF, se observa en VCIT una superioridad absoluta (menor volatilidad) con respecto al resto de los fondos en la totalidad de los años analizados, con una amplia diferencia que explica la alta participación de este ETF en la cartera obtenida.

En términos generales se podría mencionar que el período 2015-2019 tuvo menor volatilidad que 2010-2019 para los ETF seleccionados, siendo 2017 el mejor período para esta métrica. A excepción del ya mencionado VCIT, no hay grandes diferencias entre los restantes ETF si se observan valores promedio, sí ocurre esto en períodos individuales. En 2018 QQQ fue el único con un desvío superior a 0,20 anual, pero se recuerda a su vez, que fue también el único con resultados positivos en términos de rendimiento para ese período.

Visualizando los datos de forma anual, 2011 fue el peor para todos los ETF a excepción de VCIT, observándose de forma individual, como también si se mide el desvío de nuestra cartera óptima en ese año.

5.3 Ratio de Sharpe

En relación al precio del riesgo se trabaja al igual que en las mediciones del rendimiento y el riesgo, obteniendo la cartera óptima para el período 2015-2019 y comparando cada uno de los ETF y la cartera para los 10 períodos de forma individual, y también agrupándolos en los últimos 5 y 10 años respectivamente a modo de promedio (tabla 9).

Observando la medición del ratio de Sharpe, se determina que a lo largo de los años, a excepción del 2014, el valor máximo fue compartido entre QQQ y VCIT, siendo este último superior cuando se promedia el período de 5 años, lo cual justifica que entre ambos abarquen el 98% de las participaciones dentro de la cartera óptima, cuyo ratio es muy superior al del resto de los ETF e incluso supera de forma convincente a estos dos ETF analizados individualmente. En el único período que VCIT o QQQ no obtuvieron el mayor resultado fue en 2014, en este caso ICF fue el de mejor desempeño seguido de cerca por TLT, los cuales disminuyen considerablemente su éxito en términos promedio tanto para 5 ó 10 años.

Entre los ETF de peor desempeño se repiten año a año los fondos internacionales como VEU, VEA y VWO, así como también en cada año correspondiente los ETF que tuvieron rendimientos negativos, ya que este resultado influye directamente en la medición del ratio de Sharpe.

Tabla 9 Evolución temporal del ratio de Sharpe de los ETF por año

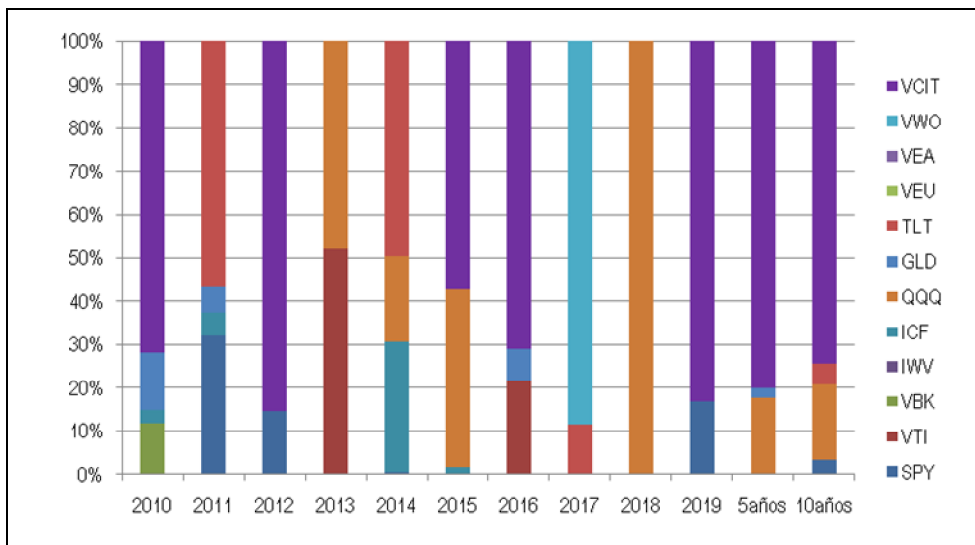
Sharpe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	5años	10años
SPY	0,7758	0,1949	1,2331	2,5871	1,1767	0,1535	0,9102	2,8269	-0,3049	2,1012	0,8094	0,8857
VTI	0,8710	0,1584	1,2247	2,6180	1,0735	0,0963	0,9398	2,6733	-0,3554	2,0501	0,7834	0,8698
VBK	1,1710	0,1056	1,0595	2,3570	0,3273	-0,0887	0,6598	1,8861	-0,3126	1,7641	0,6402	0,7330
IWV	0,8372	0,1509	1,2268	2,5931	1,0606	0,0946	0,9196	2,6486	-0,3654	2,0487	0,7723	0,8557
ICF	1,0887	0,4719	1,0976	-0,0313	2,6286	0,4143	0,3387	0,4320	-0,1894	1,6860	0,4703	0,6758
QQQ	0,9705	0,2610	1,1677	2,6167	1,3368	0,5920	0,4860	2,7191	0,0241	2,0153	0,9269	1,0006
GLD	1,4991	0,5472	0,4957	-1,4420	-0,0780	-0,7360	0,5392	1,1802	-0,3529	1,3244	0,3500	0,2137
TLT	0,6160	1,5497	0,2339	-1,0308	2,3265	-0,0411	0,1301	0,8620	-0,3398	1,1278	0,3246	0,5481
VEU	0,4541	-0,3748	1,0939	1,0432	-0,3319	-0,2144	0,3362	2,9974	-1,0830	1,6231	0,3997	0,3280
VEA	0,3363	-0,2871	1,0571	1,5094	-0,4519	0,0571	0,2180	2,9801	-1,1858	1,7015	0,4245	0,3561
VWO	0,7143	-0,5126	1,0295	-0,1872	0,0765	-0,7061	0,6308	2,3980	-0,8024	1,2539	0,3063	0,2263
VCIT	1,5415	1,5624	2,8676	-0,3542	2,0422	0,1461	1,2437	1,3096	-1,2666	3,3567	0,9629	1,1850
Cartera	2,3977	2,4362	3,5191	2,6865	3,8730	0,6373	1,6785	5,8364	0,0241	4,2614	1,3907	1,6436

5.4 Composición de la cartera óptima

En relación a la composición de la cartera óptima compuesta por los diversos ETF, se utiliza para cada uno de los años el mismo criterio de maximización del ratio de Sharpe, a

efectos hacer visible la evolución de la participación de los ETF en la cartera óptima de cada año.

Gráfico 2. Evolución temporal de la composición de la cartera óptima



Analizando el gráfico 2 se visualizan las variaciones de las participaciones de cada ETF a lo largo de los años, cuya diversificación medida en cantidad de fondos constituyentes de la cartera en cada período es reducida. Este indicador sólo supera la composición de tres fondos para el período 2010 y 2011, a partir de los cuales la optimización se logra con dos fondos dominantes y leves participaciones de un tercer ETF. Incluso se presenta un período (2018) donde la cartera óptima no implica diversificación alguna, dominando claramente el ETF de las empresas tecnológicas grandes de EE.UU.

Cuando se compara el promedio de participaciones para el período 2010-2019 con el de 2015-2019, se observa que en el último de estos, VCIT ha logrado absorber la importancia de su par en renta fija (TLT) y que el commodity oro, a través de GLD ha invalidado la intervención de SPY en la cartera óptima.

5.5 Discusión de resultados

1) Cumplimiento de objetivos

A continuación se presenta cada uno de los objetivos específicos planteados y los resultados obtenidos al respecto.

- Estimar la correlación entre diferentes ETF de grandes grupos de acciones y argumentar analíticamente la ventaja de diversificar la cartera entre los mismos. A partir de los datos recabados y principalmente observando las correlaciones de la tabla 5.2 se puede argumentar que para el período de análisis resulta redundante la inclusión de más de un ETF de grandes grupos de acciones como lo fueron SPY, VTI, VBK e IWV, ya que los mismos se encuentran íntegramente correlacionados, con un valor superior al 90%. Se podría argumentar que las 500 acciones incluidas en el índice

S&P500 representan una capitalización tan grande en relación a la totalidad de mercado, que los movimientos en las mismas explican por sí solos a los de los restantes ETF mencionados. En nuestro horizonte de 5 años no se utilizó ninguno de estos ETF ya que en todos los casos eran dominados por el ETF QQQ.

- Determinar la correlación entre diferentes ETF de mercados de Estados Unidos en relación a mercados emergentes y otros mercados desarrollados, que justifique la diversificación de la cartera.

Analizando nuevamente los datos de la tabla 5 se observa que la correlación entre los ETF de renta variable de mercados emergentes y desarrollados no es tan elevada como en los otros ETF de grandes grupos de acciones. Sin embargo, las correlaciones son altas y positivas, superando el 80% en casi todos los casos. Esto demuestra la incidencia de la economía norteamericana en la del resto del mundo o por lo menos en sus mercados financieros, arrastrando a la suba o a la baja al resto de las bolsas en función de los resultados que se obtengan de su par de Estados Unidos. Así como sucedió para los ETF de grandes grupos de acciones, para el período 2015-2019, no se justificó la incorporación de fondos de otros mercados ya que la performance de los mismos fue muy inferior a los que efectivamente fueron seleccionados.

- Estimar la participación óptima de inversión en un grupo predeterminado de ETF existentes a nivel internacional que maximice la rentabilidad obtenida por unidad de riesgo asumido.

La cartera que maximiza la rentabilidad por unidad de riesgo se visualiza en el gráfico 1, teniendo sólo participación de tres ETF entre los seleccionados, con una clara incidencia del fondo VCIT de renta fija (79,93%), seguido por QQQ de renta variable (17,86%) y un leve porcentaje de oro representando por GLD (2,21%). A partir de los precios en julio de 2020, se estima el monto mínimo para conformar una cartera cuyas participaciones sean similares a las obtenidas en el trabajo, el cual asciende a US\$ 7.662,12, ya que la inversión en cada fondo debe realizarse en múltiplos enteros de cada nominal (esto implica 1 nominal de GLD, 6 de QQQ y 63 de VCIT).

- Determinar la cartera de mínima varianza y la frontera eficiente de carteras compuestas por ETF, para diferentes niveles de riesgo.

A partir de los datos analizados se pudo obtener la cartera de mínima varianza para el período 2015-2019, así como una frontera eficiente para distintos niveles de riesgos cuyos resultados se observan en las tablas 10 y 11.

Tabla 10. Participaciones para la constitución de la cartera de mínima varianza

Cartera de mínima varianza				
ETF	VTI	IWV	VEA	VCIT
Participación	0,0006	0,0935	0,0043	0,9017

Tabla 11. Resultados de las variables de interés para la cartera de mínima varianza

Cartera mínima varianza	
Rendimiento	0,0524
Desvío	0,0350
Ratio de Sharpe	1,2232

En las tablas se pueden observar las diferencias entre el objetivo de maximizar el precio del riesgo y el de minimizar el riesgo de la cartera. Si bien ambos portafolios tienen una elevada participación de VCIT, explicada por su bajo desvío estándar, en esta última cartera se diversifica a través de tres ETF adicionales que no han sido incorporados en el portafolio al maximizar el precio del riesgo, principalmente IWW con un 9,34% y con una ponderación muy leve VEA con 0,43% y VTI un 0,06%.

A partir de la cartera de mínima varianza y de la estimación de carteras eficientes para otros niveles de riesgo superior, se obtiene un conjunto de puntos sobre la frontera eficiente.

Gráfico 3. Frontera eficiente

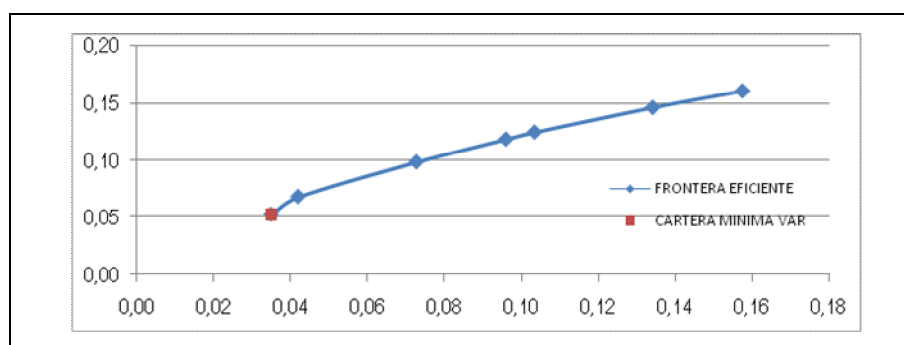


Tabla 12. Frontera eficiente

	<u>Cartera mínima varianza</u>	<u>Cartera óptima</u>	<u>Cartera 3</u>	<u>Rend Spy</u>	<u>Cartera 4</u>	<u>Cartera spy</u>	<u>Cartera arg</u>
<u>Rendimiento</u>	0,0524	0,0680	0,0983	0,1182	0,1244	0,1458	0,1603
<u>Riesgo</u>	0,0350	0,0420	0,0728	0,0960	0,1035	0,1342	0,1576
<u>Ratio de Sharpe</u>	1,2232	1,3907	1,2192	1,1314	1,1091	1,0152	0,9569

En la tabla 12 se observan los datos de la cartera a la que corresponde cada observación del gráfico, utilizándose como referencias la cartera óptima, una cartera cuyo riesgo iguala a la formada por activos argentinos como se presentará en el siguiente

objetivo (Cartera arg), una cartera con riesgo igual al mercado tomando como proxy al SPY (Cartera Spy), otra cartera con SPY como proxy pero igualando su rendimiento (Rend Spy) y otras dos carteras con valores intermedios a efectos de facilitar la visualización.

- Evaluar cuánto riesgo sistemático puede eliminarse vía una diversificación internacional para un inversor argentino.

A partir de la metodología explicada a lo largo del trabajo, se realiza un análisis idéntico al de los ETF utilizando únicamente ADR argentinos de forma de comparar ambas opciones para un inversor de nuestro país. Los activos utilizados y su rendimiento y volatilidad individual anualizada para el período de 2015-2019 se muestran en la tabla 13.

Analizando los ADR de manera individual, puede observarse que los niveles de volatilidad (medidos en la misma moneda y periodicidad) son altamente superiores a los de los ETF, lo cual es lógico por tratarse de activos individuales de renta variable versus fondos diversificados de diferente naturaleza. Tal como puede observarse la relación entre rendimiento y riesgo de los ADR no cumple la premisa esperada por la teoría de la cartera, presentándose un coeficiente de correlación entre dichas variables bajo y negativo, específicamente de $-0,1626$. La cartera obtenida y sus resultados en conjunto se observan a continuación.

En las tablas 13 y 14 y el gráfico 4 se observa que si bien el rendimiento de la cartera utilizando acciones de empresas argentinas es superior al de nuestra cartera óptima, el ratio de Sharpe es claramente inferior, por lo cual se puede argumentar que la misma no es eficiente. Una prueba concluyente de esto se observa también en el gráfico 5.3, donde a través de la utilización de ETF y para el mismo nivel de riesgo que en la opción argentina, el rendimiento de la cartera en la frontera eficiente es $16,03\%$, más de un 30% superior en términos relativos a la opción aquí analizada.

Tabla 13. Caracterización de ADR utilizados: rendimiento y desvío promedio para 2015-2019

ADR	Rendimiento	Desvío
BBAR	0,0164	0,5328
BMA	0,1643	0,5219
CRESY	0,0270	0,3926
EDN	0,1035	0,6295
GGAL	0,1904	0,5275
PAM	0,2642	0,4818
SUPV	0,0488	7,2071
TEO	0,0302	0,3854
TGS	0,3062	0,4876
YPF	-0,0718	0,4457

Gráfico 4. Composición de la cartera óptima argentina

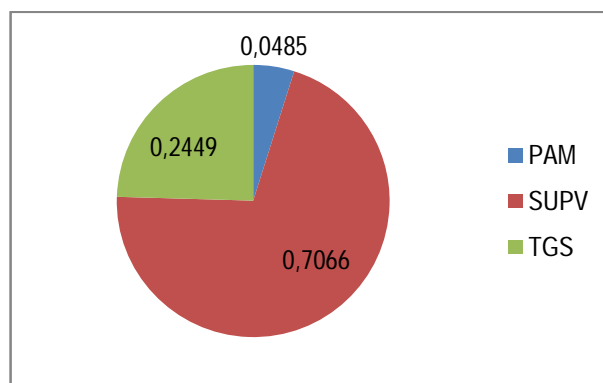


Tabla 14. Resultados cartera óptima argentina

Cartera óptima ARG	
Rendimiento	0,1223
Desvío	0,1576
Ratio de Sharpe	0,7155

- Cuantificar el impacto de una crisis internacional extraordinaria (Covid-19) en los resultados previamente obtenidos.

En relación al impacto del Covid-19 en nuestra cartera, se estimaron los resultados de la misma para el período 01-01-2020 al 30-06-2020, a fin de estimar su desempeño durante el primer semestre del corriente año, caracterizado por una crisis internacional producida por la pandemia. Repitiendo la metodología utilizada a lo largo del trabajo y anualizando los resultados a efectos de ser comparables, los mismos se detallan en la tabla 15.

Tabla 15. Resultados ETF 01-01-2020 al 30-06-2020

Datos 2020	VBK	TLT	VWO	IWV	ICF	VTI	VCIT	GLD	VEU	VEA	QQQ	SPY
Rendimiento anualizado	0,1356	0,4386	0,1285	0,0369	0,1228	0,0355	0,1196	0,3404	0,1389	0,1488	0,4146	0,0340
Desvío anualizado	0,4889	0,2816	0,4246	0,4706	0,5390	0,4573	0,1553	0,2079	0,4158	0,4167	0,4437	0,4443
Ratio de Sharpe	0,2743	1,5521	0,3062	0,0753	0,2307	0,0743	0,7606	1,6303	0,3376	0,3607	0,9311	0,0731

Los resultados de la Tabla 16 podrían considerarse positivos. El rendimiento anualizado de la cartera es muy elevado en comparación con el promedio del período bajo análisis. En contrapartida la volatilidad también se incrementó de forma abrupta, lo cual podría ser entendible en un contexto de pandemia cuyos alcances y finalización se

Tabla 16. Resultados de la cartera óptima obtenida 2015-2019 con datos del año 2020

Cartera óptima en 2020	
Rendimiento anualizado	0,1772
Desvío anualizado	0,1653
Ratio de Sharpe	1,0630

desconocen hasta el momento. En relación al ratio de Sharpe, si bien el mismo disminuyó comparándolo con el promedio 2015-2019, el valor obtenido es elevado, superando a la totalidad de los ETF a excepción de GLD y TLT, y superando a su vez al promedio individual de cada uno de los ETF en el período de 5 años previamente analizado.

A efectos de enriquecer el análisis del período de pandemia, se replicó la metodología a efectos de estimar cuál hubiese sido la cartera óptima para este período de 6 meses. A continuación se detallan los resultados:

Gráfico 5. Cartera que maximiza el ratio de Sharpe utilizando únicamente datos de 2020

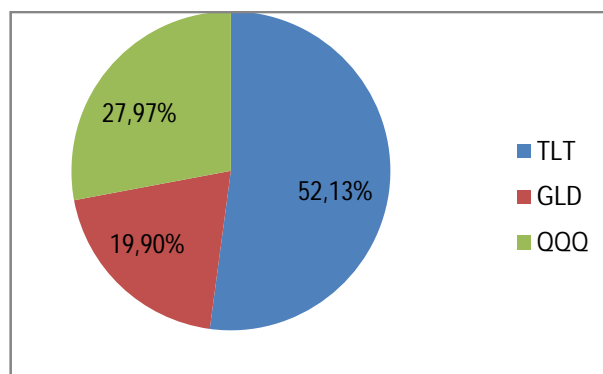


Tabla 17. Resultados cartera óptima del 2020

Cartera óptima del 2020	
Rendimiento anualizado	0,4123
Desvío anualizado	0,1538
Ratio de Sharpe	2,6721

De la información precedente se observa que la cartera óptima del primer semestre mantiene gran parte de la esencia de nuestra cartera 2015-2019, con ciertas modificaciones. En primer lugar las participaciones de QQQ y GLD se incrementan de forma considerable, más precisamente este último ETF pasando de valores de 2% a 20%. A su vez, la participación de un ETF de renta fija baja del 80% al 52%, siendo TLT el de

mejor desempeño para el período, que si bien mantiene un alto grado de volatilidad, el rendimiento es tan elevado que genera un alto ratio de Sharpe, opacando el de VCIT que solía superarlo con creces.

Ambas carteras obtienen un desempeño muy positivo bajo un período de crisis que no se había vivido en los últimos 10 años. Teniendo en cuenta que nuestra cartera fue obtenida antes de tener conocimiento de la crisis, y en base a un criterio objetivo y sostenido en el tiempo, se considera que hasta el momento el resultado es muy bueno y permite ser optimista en la robustez de su composición ante situaciones de incertidumbre en el futuro.

2) Validación de las hipótesis

Se retoman las hipótesis planteadas al comienzo del artículo:

H₀) Un inversor argentino puede construir portafolios con precios del riesgo superiores a otras alternativas a partir de la inversión en carteras diversificadas mediante ETF internacionales.

En relación a la hipótesis H₀, se pudo comprobar para el período de análisis que mediante el uso de ETF internacionales, el precio a obtener por unidad de riesgo es superior al de las alternativas locales, como se ha demostrado en los resultados presentados. En particular las carteras óptimas contienen fondos que siguen índices de renta variable, renta fija y oro en diferentes proporciones.

H₁) El riesgo sistemático puede reducirse sustancialmente mediante una diversificación de la inversión con instrumentos internacionales a partir de ETF.

La segunda hipótesis también puede ser validada. Si consideramos a SPY como una representación idónea del índice S&P500 y como proxy de la cartera de mercado (M), los resultados demuestran que una cartera sobre la frontera eficiente constituida con ETF con el rendimiento de M presenta un menor nivel de riesgo. El análisis también puede realizarse afirmando que un portafolio de ETF con el mismo nivel de riesgo que M presenta un rendimiento superior, por lo que la cartera construida domina a M a partir de la optimización del precio del riesgo.

H₂) El efecto de la pandemia actual sobre los rendimientos de carteras compuestas por ETF está atenuado por la diversificación, en relación al efecto sobre cada fondo de inversión cotizado individualmente.

Esta última hipótesis podría considerarse válida sólo de forma parcial: la mayoría de los rendimientos de los ETF estuvieron por debajo de la cartera óptima, y muchos incluso fueron negativos. Los fondos QQQ, TLT y GLD tuvieron un desempeño extraordinario en forma individual. El rendimiento en los tres casos fue superior al obtenido por nuestra cartera óptima. En relación al ratio de Sharpe nuestra cartera sólo supera a QQQ, quedando por debajo de TLT y GLD.

6. Conclusiones

A raíz del trabajo realizado se pudo obtener un amplio conocimiento de una opción de inversión muy útil para un inversor con horizonte internacional como lo son los ETF. No sólo su uso de forma individual, sino el análisis y la incorporación de diversos tipos de fondos en una cartera buscando que en su conjunto superen los resultados de los mismos en forma individual. En particular los resultados de este trabajo indican que puede optimizarse la eficiencia y maximizar el precio del riesgo componiendo una cartera de inversión con ETF que replican un índice de renta variable, uno de renta fija y un commodity relativamente estable como el oro.

Si bien los resultados del trabajo arrojan un portafolio óptimo cuya robustez tuvo la afortunada oportunidad de ser probada mientras se desarrollaba el trabajo (ya que estamos viviendo una crisis internacional en este mismo momento comparable con los grandes cisnes negros de la historia que tardan muchos años en repetirse) no debe considerarse el único aporte desde el punto de vista profesional.

Con el desarrollo del artículo se buscó incorporar una metodología de análisis para la toma de decisiones de inversión, que pueda retroalimentarse a medida que crecen los datos disponibles, así como adaptarse al perfil de preferencias de cada inversor en lo que a volatilidad, tipos de activos, ETF u horizontes temporales se refiere. Se pudieron alcanzar la totalidad de los objetivos propuestos, así como contrastar las diferentes hipótesis, logrando a través de ello un aporte de resultados e información clara, oportuna y precisa que está a tiempo de ser aprovechada ya sea con el objetivo de la conformación de una nueva inversión o a través del rearmado de una cartera vigente a partir de los métodos utilizados.

Si bien el trabajo elaborado se concentra en una diversidad de mercados, tipos de activos y sectores para el lapso de los últimos 10 años, existe la posibilidad de ampliar el mismo incorporando nuevos ETF o modificando los existentes. A partir del desarrollo se observó que puede resultar redundante tener en cuenta varios ETF de grandes grupos de empresas, lo cual podría dar lugar a incorporar otros sectores que complementen el de bienes raíces o tecnológicos. A su vez en relación a los commodities solo se tuvo en cuenta el oro, también existiendo la posibilidad de ampliar los mismos. Aunque el horizonte temporal se considera robusto, en el caso de que la disponibilidad de datos de los ETF lo permita, se podría recabar información aún más antigua y realizar sus correspondientes promedios en cada lustro para comparar con los 2 incluidos en este trabajo. La metodología utilizada da lugar no sólo a modificar el trabajo a gusto de cada inversor o investigador, sino que permite una actualización constante del mismo a medida que el interesado así lo requiera para contar con información y herramientas para su toma de decisiones.

REFERENCIAS

- Abad, M. (2018). *Grandes inversores secretos revelados*, 2ª Ed. Temas
- BCRA (2020). Disponible en: <https://www.bcra.gob.ar>. Consultado en julio 2020.
- Bienkowski, N. (2007). *Exchange Trade Commodities*. The London Bullion Association.
- Blackrock (2020). Disponible en: <https://www.blackrock.com/es>. Consultado en mayo 2020.

- Damodaran Aswath (2020). Disponible en http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html#_msoanchor_2. Consultado en junio 2020.
- Dellva, W. L. (2001). Exchange-traded funds not for everyone. *Journal of Financial Planning-Denver*, 14(4), 110-125.
- Deville, L. (2008). Exchange traded funds: History, trading, and research. En *Handbook of financial engineering* (pp. 67-98). Springer
- Dickson, J. M., Kwon, D. T., & Rowley Jr, J. J. (2015). *Choosing between ETFs and mutual funds: Strategy, then structure*. Vanguard Research Hong Kong.
- Dumrauf, G. L. (2013). *Finanzas Corporativas: Un enfoque latinoamericano*. 3ª Ed. Alfaomega
- Elton, E. & Gruber, M. (1996). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, 5th Ed. Wiley
- Etf.com (2020). Disponible en: <https://www.etf.com/>. Consultado en mayo 2020.
- Fama, E. F. & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, vol. 33-1, 3-56.
- Fama, E. F. & French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18-3, 25-43.
- Georgiev, G., Gupta, B. & Kunkel, T. (2003). Benefits of real estate investment. *Journal of Portfolio Management*, 29(5), 28-33.
- Harper, J. T., Madura, J. & Schnusenberg, O. (2006). Performance comparison between exchange-traded funds and closed-end country funds. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 16(2), 104-122.
- Investing (2020). Disponible en: <https://www.investing.com>. Consultado en julio 2020.
- Kono, P. M., Yatrakis, P. G., Simon, H. K. & Segal, S. (2007). Comparing Risk-adjusted Performance of ETF Portfolios vs. S&P 500 Index. *Financial Decisions*, Available at: <http://www.financialdecisionsonline.org/current/KonoYatrakisSimonSegal.pdf>
- Malkiel, B. G. (2019). *Un paseo aleatorio por Wall Street*, 3ª Ed. Alianza
- Markowitz, H. (1952a). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7-1, 77-99.
- Markowitz, H. (1952b). The utility of wealth. *Journal of Political Economy*, 151-158.
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Cowles Foundation Monograph No. 16. Wiley
- Markowitz, H. M., Todd, G. P. & Sharpe, W. F. (2000). *Mean-variance analysis in portfolio choice and capital markets* (Vol. 66). Wiley
- Miffre, J. (2007). Country-specific ETFs: An efficient approach to global asset allocation. *Journal of Asset Management*, 8(2), 112-122.
- Nam, J. (2017). *Market accessibility, corporate bond ETFs, and liquidity*. Kelley School of Business Research Paper, 18-1
- Perez Alegre, D. (2017). Rankia. Disponible en: <https://www.rankia.com/blog/etf/3216232-etfs-ventajas-inconvenientes-diferencias-fondos-inversion-tradicionales>. Consultado en mayo 2020.
- Petronio, F., Lando, T., Biglova, A. & Ortobelli Lozza, S. (2014). Optimal portfolio performance with exchange traded funds. *Central European Review of Economic Issues*. ER-CEREI, Volume 17: 5-12.
- Popa, M. F. (2017). Portfolio diversification with ETFs. *Revista de Studii Financiare*, 2(3), 174-188.
- Sharpe, W. F. (1963). A simplified model for portfolio analysis. *Management Science*, 9(2), 277-293.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 19-3, 425-442.
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *Journal of Business*, 39(1), 119-138.
- Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe Ratio. *Journal of Portfolio Management*, 21-1, 49-58.

Sharpe, W. F. (1970). *Portfolio theory and capital markets*. McGraw-Hill

Tse, Y. & Martinez, V. (2007). Price discovery and informational efficiency of international iShares funds. *Global Finance Journal*, 18(1), 1-15.

Vanguard (2020). Disponible en: [Investor.vanguard.com](https://investor.vanguard.com). Consultado en mayo 2020.

Vanguard México (2020). Disponible en: <https://www.vanguardmexico.com/institucional/inicio>. Consultado en mayo 2020.

Yahoo Finanzas (2020). Disponible en: <https://es-us.finanzas.yahoo.com/> Consultado en mayo 2020.