



MINISTERIO DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION

Mauro Andrés Vita
Maestría en Administración Financiera de Negocios – Año 2020



TESIS DE MAGISTER EN ADMINISTRACION FINANCIERA DE NEGOCIOS

***Sobrediversificación: Carteras óptimas con Fondos de Inversión
Cotizados Internacionales***

MAURO ANDRES VITA

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

AÑO 2020



MINISTERIO DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION

Mauro Andrés Vita
Maestría en Administración Financiera de Negocios – Año 2020

Prefacio

Esta tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Administración Financiera de Negocios, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Ciencias de la Administración durante el período comprendido entre mayo y 13 de noviembre de 2020, bajo la dirección de la doctora Gabriela Pesce.

Mauro Andres Vita

Certifico que fueron incluidas las sugerencias efectuadas por los jurados.

Gabriela Pesce
(Directora de tesis)



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

El presente Trabajo Final de Maestría ha sido aprobado el .../.../....., mereciendo la calificación de(.....)



Resumen

En esta tesis 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 de la misma, es decir sin una necesidad permanente de rearmado de la cartera.

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 con Covid-19 durante el primer semestre de 2020. 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 (IWM) 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 presentándose beneficios de la diversificación en el ORO y la renta fija, con GLD y VCIT (bonos corporativos) respectivamente. En relación a 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.



Abstract

In this thesis, investment portfolios composed only of listed Exchange-traded funds (ETF) are studied, those that use an asset or index as a benchmark and seek to replicate their results with diversification at low costs and minimal capital investments.

In the case of an Argentine investor, whose market and economy have a high degree of volatility, with high inflation and permanent devaluation of the currency, restrictions on the purchase of foreign currency, as well as lack of stability in long-term macroeconomic policies, you could find an answer to all these inconveniences in assets from other economies, maintaining the real value of your investments over time.

In this paper, emphasis is placed on ETF from different markets around the world, associated with assets of different nature, which are quoted in US dollar currency. Holding in US dollars can already be considered a refuge of value in the current context. In turn, the aim is to obtain returns that can exceed inflation annually in said currency and generate a long-term positive flow through passive management of the same.

Methodologically, the research presents a quantitative approach, of an empirical nature with a correlational scope, working from secondary historical information on the ETF selected. The time windows are 5 and 10 years and their comparison with the Covid-19 situation in the first semester of 2020. Portfolio returns, volatilities and Sharpe ratios are calculated on the data for different optimization problems.

Based on the analyzes carried out, it can be argued that for the period of analysis the inclusion of more than one ETF of large groups of stocks is redundant. Index representing the “S&P500” (SPY), small growth companies capitalization (VBK), the russell 2000 index of small companies (IWB) and the index that tracks practically the entire US stock market (VTI), find in a technology-based equity index (QQQ) a dominant portfolio. It does not give rise to other groups of variable income ETF, only presenting benefits from diversification in GOLD and fixed income, with GLD and VCIT (corporate bonds) respectively. In relation to emerging international markets and other non-North American developed markets, the result is identical, since the performance of the ETF included in this study does not justify their incorporation. For the range of the last 5 years, their performance metrics was clearly lower than those of the North American market.

From the point of view of an Argentine investor, it can be determined that the use of international instruments allows a considerable reduction of the risk of their portfolio by applying the optimization of the risk price, as well as in case the profile of the person warrants it, a higher return equaling the volatility obtained by a portfolio made up solely of Argentine assets.



INDICE

Resumen	3
Abstract	4
1. Introducción	6
2. Objetivos e hipótesis	8
3. Marco de referencia	9
3.1. Teoría de la Cartera	9
3.2. Fondos de inversión cotizados o ETF	14
3.2.1. Antecedentes sobre ETF y su vinculación con FCI	15
3.2.2. Antecedentes sobre ETF internacionales	18
3.2.3. Antecedentes sobre ETF de activos específicos	20
4. Metodología	23
4.1. Diseño metodológico y objeto de estudio	23
4.2. Métodos de análisis de datos	25
5. Resultados obtenidos del análisis tradicional	29
5.1. Rendimiento	33
5.2. Volatilidad	35
5.3. Ratio de Sharpe	36
5.4. Composición de la cartera óptima	38
5.5. Discusión de resultados	40
5.5.1. Cumplimiento de objetivos	40
5.5.2. Validación de hipótesis	48
6. Resultados obtenidos de análisis complementarios	49
6.1. Cambios ante restricciones adicionales	49
6.2. Consideraciones y particularidades para el inversor argentino	54
6.3. Monto de inversión mínimo en la cartera óptima	56
7. Conclusiones	58
Referencias bibliográficas	59
Apéndice	61



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% sobre el monto abonado.

La medida del cupo máximo mensual entró en vigencia el 27 de octubre de 2019 a través de la adecuación de la comunicación A6770 (BCRA), que previamente establecía ese tope en U\$\$10.000. El tributo del 30% sobre las compras y los gastos en moneda extranjera fue introducido a través de la ley 27541 denominada “Ley de solidaridad social y reactivación productiva en el marco de la emergencia pública” el día 23/12/2019. A través de las comunicaciones A7001 (30/04/2020) y A7030 (28/05/2020) del BCRA, se estableció una restricción del acceso al mercado de cambios a los sujetos que hayan liquidado títulos en moneda extranjera de 30 y 90 días respectivamente, así como su acción inversa (no poder liquidar títulos en dicha moneda a quien haya accedido al mercado de cambios).

En relación al denominado *parking*, el 30 de septiembre de 2019 el BCRA emitió la Comunicación “A” 6799 por medio de la cual establece que cuando las personas humanas adquieran títulos valores mediante liquidación en moneda extranjera, los mismos deberán permanecer en la cartera del comprador por un periodo no menor a 5 días hábiles a contar desde la fecha de liquidación de la operación, antes de ser vendidos o transferidos a otras entidades depositarias. Este plazo mínimo de tenencia no resulta aplicable cuando la venta de los títulos valores sea contra la misma jurisdicción de liquidación que la compra.

Recientemente y con fecha 25 de mayo de 2020, la Comisión Nacional de Valores (CNV) emitió la resolución 841/20 incluyendo la obligación de *parking* de títulos valores tanto para personas humanas como para personas jurídicas. En este sentido, la norma dispone que para dar curso a operaciones de venta de títulos valores con liquidación en moneda extranjera, o transferencias de los mismos a entidades depositarias del exterior, debe observarse un plazo mínimo de tenencia de dichos títulos en cartera de 5 días hábiles, contados a partir su acreditación



en el agente depositario.

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 de tesis en particular pone énfasis en instrumentos de diferentes mercados del mundo, asociados a activos de distinta naturaleza, los cuales son 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 proporciones de dinero, existen más de 2000 diferentes con una capitalización de miles de millones de dólares. Sólo los 10 más valiosos ascienden a U\$S1.254 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 trillones de dólares, estando concentrado entre las 5 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 2 características no abundan en nuestro país como fue mencionado precedentemente, y proporcionan la posibilidad de tener ganancias reales en moneda extranjera.

Esta tesis presenta en la sección 2 los objetivos e hipótesis planteados para el trabajo, en la sección 3 el marco conceptual tanto de la teoría de la cartera como de inversión en ETF. A su vez en las secciones 4, 5 y 6 se exponen la metodología y los resultados, del análisis tradicional y el complementario respectivamente. Para finalizar, en la sección 7 se encuentran las conclusiones.



2.Objetivos e hipótesis

Teniendo en cuenta la motivación planteada precedentemente, el objetivo principal de esta tesis 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.

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 para el primer semestre de 2020.

Hipótesis

Como **hipótesis** del trabajo se plantean:

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 del artículo “*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.

El resultado principal de la teoría de la cartera tiene relación con la noción de diversificación y su efecto en el riesgo de un portafolio compuesto por diversos activos riesgosos. En este contexto, el rendimiento estimado es la suma ponderada por participación en la cartera, de los rendimientos esperados de los activos que la componen, según se presenta en la ecuación 1.

$$E(R_c) = \sum_{i=1}^n x_i * E(R_i) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:



$E(R_c)$ es el rendimiento estimado de la cartera.

x_i es la participación de cada activo i dentro del portafolio.

$E(R_i)$ es el rendimiento esperado de cada activo i que compone la cartera.

Por su lado, el efecto de la diversificación se manifiesta en el riesgo de una cartera compuesta por n activos, que puede calcularse a partir de su desvío estándar de los rendimientos estimados, tal como se presenta en la ecuación 2.

$$\sigma(R_c) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}(R_i; R_j)} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$\sigma(R_c)$ es el riesgo de la cartera compuesta por n activos.

$x_i x_j$ son las participaciones de los activos i y j respectivamente dentro de la cartera.

$\text{cov}(R_i; R_j)$ es la covarianza de los rendimientos de los activos i y j , es decir una métrica de asociación que indica el modo en que los rendimientos se comportan conjuntamente.

En la métrica de dispersión que indica el riesgo de la cartera, cuando los activos i y j son coincidentes, se estiman los n términos de varianzas, mientras que en las restantes combinaciones, se presentan los $(n^2 - n)$ términos de covarianzas. Esto puede ilustrarse mediante la matriz de varianzas y covarianzas, en la que en la diagonal se exhiben las medidas de dispersión (var) y en el resto de celdas las de asociación (covar), que a modo ejemplificativo se presenta en la tabla 3.1. Al incrementarse el número de activos dentro de la cartera, la varianza en la composición relativa del riesgo pierde participación, siendo el mismo explicado mayormente por la covarianza de sus activos, en las que se observa el efecto de la diversificación.

Tabla 3.1. Matriz de varianzas y covarianzas

Activos	A	B	C	D	E	...	N
A	Var A	CovarA,B	CovarA,C	CovarA,D	CovarA,E	...	CovarA,N
B	CovarB,A	Var B	CovarB,C	CovarB,D	CovarB,E	...	CovarB,N
C	CovarC,A	CovarC,B	Var C	CovarC,D	CovarC,E	...	CovarC,N
D	CovarD,A	CovarD,B	CovarD,C	Var D	CovarD,E	...	CovarD,N
E	CovarE,A	CovarE,B	CovarE,C	CovarE,D	Var E	...	CovarE,N
...
N	CovarN,A	CovarN,B	CovarN,C	CovarN,D	CovarN,E	...	Var N

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de la literatura.

El riesgo de un activo (medido a través de su desvío estándar o su varianza) puede ser descompuesto en dos partes: (1) el riesgo sistemático o no diversificable, que influencia un gran número de activos, por ello también se lo conoce como riesgo de mercado, a partir del cual se ha centrado el modelo de valoración de activos de capital CAPM (Sharpe, 1964); (2) el riesgo específico, asistemático o diversificable, el cual puede eliminarse mediante la diversificación. En términos analíticos, la expresión de la ecuación 3 presenta esta noción.

$$\sigma_i^2 = \sigma_m^2 * \beta_i^2 + \sigma_{esp}^2 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde: σ_i^2 es la varianza total de los rendimientos del activo, σ_m^2 es la varianza de los rendimientos del mercado, β_i^2 es el coeficiente de riesgo sistemático al cuadrado, donde $\beta_i = \frac{Cov(R_i; R_m)}{Var(R_m)}$ y σ_{esp}^2 es la varianza específica del activo.

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 4). Mientras más alto sea este ratio, más atractiva será la inversión o cartera de inversiones que estemos evaluando.

$$\text{Ratio de Sharpe} = \frac{E(R_c) - R_f}{\sigma_c} \quad (\text{Ecuación 4})$$

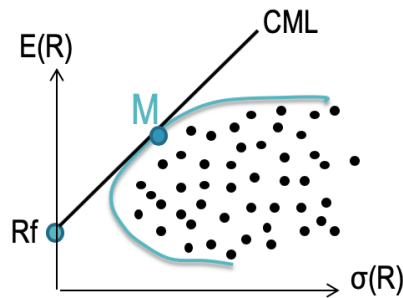
Donde: $E(R_c)$ es el rendimiento esperado de la cartera, R_f la tasa de rendimiento de un activo libre de riesgo y σ_c la volatilidad de la cartera, medida a través del desvío estándar de sus rendimientos.

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 (*capital market line*, CML a partir de aquí) 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 5 y en la ilustración 3.1.

$$E(R_c) = R_f + \left[\frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_m} \right] * \sigma_c \quad (\text{Ecuación 5})$$

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.

Ilustración 3.1: Conjunto de posibilidades de inversión, activo libre de riesgo y cartera de mercado



Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de la literatura

Actualmente la teoría de la cartera se ha vuelto un tema mucho más interesante y necesario que nunca. Existen un gran número de oportunidades de inversión disponibles y la decisión de cómo los inversionistas deberían integrar sus carteras de inversión es una parte central de las finanzas.

Para poder construir una cartera de inversión equilibrada lo más importante es la diversificación, ya que de esta forma se reduce la exposición a la variación de los rendimientos individuales. La idea de la cartera es, entonces, diversificar las inversiones en diferentes mercados y plazos para así disminuir las fluctuaciones en la rentabilidad total de la cartera y por lo tanto también el riesgo.



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).

Deville (2008) afirma que los ETF son considerados una de las innovaciones financieras más importantes, se introdujeron en el mercado de Canadá y de Estados Unidos, a comienzos de la década del '90 y fueron creciendo tanto en número como en variedad de productos. Con el transcurso del tiempo, este crecimiento fue acompañado por un incremento de la importancia relativa en el mercado, actualmente existen más de 2000 diferentes ETF con una capitalización de miles de millones de dólares. Sólo los 10 más valiosos ascienden a U\$S1.254 millones (Etf.com julio 2020).

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 3.2 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.

Tabla 3.2. 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

Fuente: Elaboración propia.



Los ETF presentan atributos que los posicionan como el instrumento que mejor optimizaría la cartera de un inversor al menor costo posible, tal como puede observarse en la Tabla 3.2.

3.2.1 Antecedentes sobre ETF y su vinculación con FCI

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. Se comentan aquí algunos de ellos, con diferente grado de actualidad: uno relacionado con los inicios de los ETF y otro más reciente, así como un análisis de similitudes y diferencias entre ambos tipos de inversión.

Dellva (2001) hace referencia a los beneficios propios de los ETF, hasta ese entonces una alternativa de inversión con pocos años de utilización, entre los cuales destaca principalmente la posibilidad de venderlos en descubierto, al tener el mismo tratamiento que las acciones, como se menciona anteriormente. Dicha flexibilidad los diferencia claramente de fondos mutuos de inversión tradicionales y brinda la posibilidad de obtener rentabilidad en mercados o índices en alza o en baja. Como aspecto negativo, hace alusión a la necesidad de tener presentes los costos de transacción si se decide llevar una gestión activa de los ETF, ya que estos pueden afectar seriamente la rentabilidad, no así si la gestión es mayormente pasiva como se pretende abordar en el trabajo a desarrollar.

Por otro lado, 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 manejar su portfolio. 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, los autores 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 esta tesis 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:
 - Posibilidad de limitar una orden de compra-venta: Comprar a no más o vender a



no menos de determinado precio.

- Posibilidad de comprar a mercado: Se prioriza asegurarse el activo independientemente del precio.
 - 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.
 - 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.
 - 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.

Según Pérez Alegre (2017) de Rankia, los aspectos positivos y negativos de los ETF respecto a los fondos comunes de inversión (FCI) se pueden resumir en los siguientes puntos:

Aspectos positivos:

- Comisiones de los ETF: Al replicar a un índice, su gestión es mucho más barata que en los fondos de inversión, por prescindir de un equipo de analistas de valores (gestión activa). Por ello, sus comisiones finales son muy inferiores a las cobradas por los fondos de inversión.
- Facilidad de compra y venta: Su operativa es muy similar a la de las acciones, por lo que cuenta con inmediatez y liquidez. En cambio, en los fondos de inversión la suscripción y

reembolso de las participaciones es mucho más lenta. Esta falta de inmediatez, puede resultar indeseable para muchos inversores.

- Rendimiento muy similar a los índices a largo plazo: Al replicar a un índice, buscan tener un rendimiento muy similar al mismo, exactamente inferior a las comisiones cobradas. Por lo tanto, al comprar un ETF se garantiza que el rendimiento a largo plazo sea muy similar al del mercado que replique o utilice como *benchmark*.
- Posibilidad de apalancamiento o inversiones cortas: Los ETF dan al inversor la posibilidad de apalancarse respecto al índice e incluso invertir a la baja en el mismo, cuestión que es complicada de realizar en los fondos de inversión. Por ello, da alternativas nuevas de especulación, más relacionadas con la inversión en títulos que en fondos de inversión.

Aspectos negativos:

- Rendimiento “techo”: Los ETF siguen a los índices de referencia, cuestión por la cual nunca van a superar los rendimientos que tenga ese índice, así como tampoco van a dejar de estar expuestos a sus fluctuaciones negativas, situación que en un fondo común podría eventualmente ocurrir al tratarse de una gestión activa de la cartera.

Ilustración 3.2. Resumen de características de los ETF



- Flexibilidad
- Costos
- Accesibilidad
- Rendimiento similar a índices replicados
- Apalancamiento
- Tope de Rendimiento

Fuente: Elaboración propia con base en revisión de la literatura.

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.

3.2.2. Antecedentes sobre ETF internacionales

En relación al uso de ETF de índole internacional, se observan diversos antecedentes buscando analizar los potenciales beneficios de la incorporación de los mismos en una cartera diversificada, dentro de los cuales se utilizan distintos horizontes temporales y mercados y con una variedad de conclusiones obtenidas.

Miffre (2007) desarrolla su trabajo abarcando el concepto de los ETF de mercados internacionales, trabajando con 16 ETF de distintos países (Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Hong-Kong, Italia, Malasia, México, Holanda, Singapur, España, Suecia, Suiza y el Reino Unido) desde abril de 1996 a junio del 2004, buscando a través de los mismos optimizar los rendimientos de las carteras. Compara resultados utilizando posiciones solo largas (compradoras) de los ETF y a su vez a través del beneficio de operar en descubierto. Como aporte también obtiene y grafica diferentes fronteras eficientes para determinados niveles de apalancamiento, optimizando los niveles de rendimiento por riesgo asumido. Este beneficio de diversificación internacional es considerado en los objetivos del trabajo como una forma más de optimización del portafolio en conjunto con los ETF de diferentes sectores, tamaños y activos involucrados.

Empíricamente, Harper, Madura y Schnusenber (2006) comparan el desempeño financiero de carteras compuestas por ETF versus fondos de inversión cerrados de 14 países, para un período de 6 años. Encuentran que los ETF presentan retornos medios y ratios de Sharpe más altos que los fondos de capital cerrado extranjeros, mientras que estos últimos exhiben coeficientes alfa negativos, lo que derivaría en sobrevaluaciones de sus precios de mercado. Por ello, indican que una estrategia de inversión pasiva con ETF puede ser superior, en términos de rendimiento-riesgo, a una estrategia de gestión activa con fondos de inversión.

En su publicación del año 2007, los autores Kono, Yatrakis, Simon y Segal buscan comparar los resultados de carteras armadas con ETF durante el año 2016, bajo diferentes criterios de selección con el índice de mercado tradicional, el S&P500. Bajo el estudio de comportamiento de seis índices con los siguientes criterios: (1) índices por capitalización de mercado, (2) índices de valor, (3) índices de industrias, (4) índices internacionales sin Norteamérica, (5) índices globales incluyendo Norteamérica, (6) índices globales incluyendo Norteamérica rebalanceados trimestralmente, realizan la comparativa de estos seis grupos analizando los datos del año 2006, con la particularidad de que para incentivar la diversificación, no sólo se buscar optimizar el precio del riesgo, sino que se adiciona como restricción un límite máximo de participación del 25% por ETF. A partir del análisis, Kono *et al.* (2007) concluyen que



en 5 de los 6 índices, la diversificación a través de ETF logra superar la relación rendimiento/riesgo en comparación con el S&P500. Sólo bajo el criterio de índices de industria no se logra, con la posible argumentación de que los ETF utilizados representan en su conjunto sólo el 18% del mercado norteamericano, razón por la cual podrían no haber obtenido los resultados positivos producto del crecimiento en ese período.

La publicación citada en el párrafo precedente busca objetivos similares a los que se pretenden lograr en este trabajo, con la particularidad de analizar sólo un año, período que podría no considerarse representativo, dando lugar a una de las justificaciones para hacer el análisis de los últimos 5 años del mercado. A su vez, podría resultar de interés metodológico, la limitación porcentual de la participación de los ETF si se considera que los resultados obtenidos concentran la inversión en un número reducido de fondos.

Tse y Martínez (2007) enfocaron sus esfuerzos en analizar los precios de 24 ETF internacionales para el período enero de 2002 a diciembre de 2004, con la intención de determinar si la utilización de los mismos colaboraría a la diversificación de una cartera con activos únicamente norteamericanos. A su vez, analizan cómo varían los precios de los diferentes ETF a lo largo del día, teniendo en cuenta que al replicar índices de diferentes mercados, dichos índices cotizan en diversos rangos horarios durante una jornada y no sólo durante la rueda de negociación norteamericana.

En relación a la diversificación, los resultados arrojaron una alta correlación entre los mercados asiáticos, europeos y americanos, con su par de Norteamérica. Debido a esto la posibilidad de disminuir el nivel de riesgo total de la cartera es baja, razón por la cual en el trabajo a desarrollar no sólo se hace enfoque en la diversificación a través de mercados no americanos, sino que se tienen en cuenta ETF sectoriales, de renta fija e incluso commodities para maximizar los beneficios de la misma.

Haciendo hincapié en la variación de precios, la publicación de Tse y Martínez (2007) determina que la mayor volatilidad de cada índice en particular es influenciada en gran parte por el mercado norteamericano. Esta incidencia es mayor en el mercado asiático por la diferencia horaria, ya que sus operaciones son durante la noche norteamericana y viceversa, encontrándose mayor volatilidad entre el cierre de una jornada y el inicio de la siguiente. En relación a los mercados europeos o en los del resto de América no ocurre lo mismo, ya que éstos comparten una parte y casi su totalidad respectivamente, en relación a los horarios de mercado de Estados Unidos.

En el trabajo de Petronio, Biglova y Ortobelli Lozza (2014) se hace hincapié en los ETF del mercado norteamericano y el europeo (mercados desarrollados) y se analizan más de 700 ETF de Estados Unidos y cerca de 600 de Europa desde junio del 2006 a abril del 2012, con un elevado volumen de negociación diaria para justificar su elección. A partir de los resultados se puede observar que en ambos mercados, las carteras armadas con ETF buscando optimizar el ratio de



Sharpe, responden favorablemente en períodos de crisis, como en los años 2008 y 2009 (crisis *subprime*), superando en la medida mencionada así como en rendimiento al S&P500 y al Eurostoxx 50 para EEUU y Europa respectivamente. En contrapartida, en los años de crecimiento del mercado, los índices mencionados superan en rendimiento a los portafolios armados a través de una combinación de ETF.

Los resultados acompañan la lógica de nuestro trabajo a desarrollar, y obligan a analizar la importancia de determinar previamente el nivel de aversión al riesgo del agente antes de iniciar una inversión. Si lo que se busca es maximizar rendimientos (a diferencia del precio del riesgo), los resultados del trabajo no van a tener una utilidad directa, pero sí se podrá utilizar la metodología y luego buscar optimizar la cartera en relación al nivel de riesgo que se quiera asumir.

3.2.3. Antecedentes sobre ETF de activos específicos

Dentro de los ETF seleccionados para el trabajo a desarrollar, se utilizan activos de distintas características y no sólo los relacionados con acciones y/o renta variable, razón por la cual también se incorporan antecedentes de otras publicaciones académicas sobre inversiones a través de ETF de commodities, bonos y bienes raíces, como los que se detallan a continuación.

En su publicación del año 2003, Georgiev evalúa la utilización de fondos de inversión en bienes raíces o REIT (por sus siglas en inglés, *real estate investment trusts*) como parte de un portafolio diversificado de diferentes activos. Justifica la consideración de los mismos principalmente por la falta de liquidez del mercado de bienes raíces, los elevados montos de transacciones, así como la asimetría de la información que lo hacen un mercado con elevadas barreras de entrada para un inversor individual.

A partir de los datos recabados de ocho índices utilizados como benchmark, Georgiev (2003) puede determinar que la correlación de los mismos con el mercado de acciones de Estados Unidos es muy elevada, razón por la cual los beneficios de la diversificación son mínimos si se considera una cartera con estos 2 activos. A su vez, si la cantidad de activos crece, y entre las opciones de inversión se incorporan commodities, la utilidad de los REIT se perdería completamente, ya que son superados en su relación rendimiento-riesgo por los restantes activos. A pesar de las conclusiones, el autor no descarta la inversión en bienes raíces, sino que considera que la misma debe realizarse activamente y no a través de índices, teniendo en cuenta las limitantes mencionadas al inicio, lo cual reduce la cantidad de inversores capacitados para realizar esta operatoria.

Aún teniendo en cuenta los resultados obtenidos, y considerando que los mismos se mantengan vigentes, sería de utilidad mantener un ETF de bienes raíces dentro de las opciones a evaluar, así como de commodities, bonos y acciones, ya que es uno de los sectores que dinamiza la economía de un país y del mundo en general y no debería descartarse sin que los resultados posteriores así lo indiquen.



En otro artículo, Bienkowski (2007) refiere a un nuevo tipo de ETF cuyo activo a replicar no es un índice de mercado o un grupo de activos de renta variable o fija sino commodities, de allí el nombre ETC o *Exchange Traded Commodities*. Si bien en ese entonces eran una herramienta reciente, ya se podían visualizar varias características de interés así como potenciales beneficios al utilizarlos:

- Simpleza: No es necesario operar en mercados de futuros, conocer márgenes de garantías, tasas implícitas, entre otras dificultades para un inversor no sofisticado.
- Independencia: Cualquiera puede acceder e intercambiar los mismos.
- Disponibilidad: Con la creación de estos fondos los inversores pueden replicar el comportamiento de un commodity a precios mínimos.
- Seguro: Los ETC son regulados y están respaldados por la tenencia de los activos.
- Eficiencia de costos: Debido a su naturaleza de gestión pasiva, los costos son bajos, transparentes y accesibles.
- Liquidez: Como cualquier ETF tienen liquidez inmediata y pueden ser comprados o vendidos en cualquier momento y volumen.
- Alta correlación: Proveen una correlación casi perfecta al commodity replicado.
- Manejo de portafolios: Permiten incorporar este tipo de activos a cualquier portafolio para optimizar el manejo de los mismos.

Todas las razones mencionadas, que en gran parte son las mismas para cada uno de los ETF a utilizar en el trabajo, son la justificación por la cual se incorpora el ETF GLD que replica el comportamiento del ORO, una reserva de valor en cualquier horizonte temporal que permite, en caso de que los resultados así lo estimen, la optimización de la cartera buscada para el periodo de análisis.

En su reseña de 2017, Jayoung Nam hace hincapié en el auge de los ETF de bonos corporativos, y de cómo la incorporación de los mismos ha modificado la liquidez de los mercados involucrados, así como su accesibilidad y mejora de los costos de transacción. En la negociación de bonos, como en las acciones, la participación de los inversores puede ser limitada debido a desconocimiento, falta de acceso a la información, costos de transacción elevados, requerimientos mínimos de inversión o restricciones regulatorias, este artículo intenta analizar los beneficios de usar ETF ante estas dificultades. Dentro de sus hallazgos principales se destaca el hecho de que la liquidez de los bonos que fueron incluidos en ETF mejora considerablemente en relación a los que no están incluidos, siendo esta diferencia más notoria en los bonos de mayor monto de suscripción, explicado principalmente por su posibilidad de acceder a parte de los mismos a valores sustancialmente menores. En relación a los costos, también se vieron reducidos, explicado por la menor brecha entre los precios de compra y venta de cada uno de los bonos involucrados,



también siendo esta disminución más evidente a medida que se trata de bonos de altos rendimientos, bajos volúmenes o plazos más largos. Finalmente, la accesibilidad es otro beneficio implícito ya que muchos de los bonos involucrados requerirían un monto de suscripción muy elevado o incluso estarían reservados sólo para inversores institucionales.

En el trabajo a desarrollar se incorporan 2 ETF cuyos subyacentes son bonos norteamericanos, buscando a través de los mismos no sólo obtener los beneficios que menciona Nam (2017), sino también optimizar la composición de la cartera producto de la diversificación de estos con el resto de los ETF seleccionados.

En su artículo para la revista *Studdi Finanziare*, Popa (2017) dedica sus esfuerzos a analizar las diferencias entre una cartera compuesta íntegramente por acciones y su contraparte con ETF como únicos activos. Para realizarlo selecciona 15 acciones y ETF de diferentes criterios tales como volumen de negociación, capitalización de mercado, gran tamaño, entre otros. A partir de datos de los mismos para el período 2015-2017, puede concluir que en términos de rendimiento analizando individualmente los resultados, las acciones superan claramente a los ETF si se valúa el promedio del conjunto seleccionado. Cuando la métrica a optimizar es el riesgo, los ETF demuestran una volatilidad considerablemente inferior a las acciones. Cuando se analiza la correlación con la cartera de mercado se encuentra que el conjunto de acciones está muy correlacionado, mientras que en los ETF no sucede lo mismo, incluso presentándose correlaciones negativas en los que utilizan commodities o renta fija como benchmark, a partir de lo cual se determina que la cartera de ETF genera una relación rendimiento/riesgo muy superior a la cartera conformada por acciones. El autor destaca que el avance de la tecnología y la globalización van a ser factores que continúen incentivando el uso de ETF para los inversores individuales, acompañando el gran crecimiento que han tenido y se espera sigan teniendo a lo largo de los años.

En la publicación de Popa (2017) se pueden encontrar similitudes con la propuesta a desarrollar, con la diferencia que esta última no sólo se concentra en comparar ETF con acciones individuales sino encontrar la cartera que optimice los resultados del inversor teniendo en cuenta commodities, activos de renta fija y variable, diferentes sectores de la economía, diferentes mercados, buscando la proporción idónea de cada uno, entre otros objetivos que serán abarcados a lo largo del trabajo.



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), VanguardMéxico (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 3000, 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, tal como puede observarse en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Descripción de los ETF seleccionados y sus principales características

ETF	Tipo	Tamaño Empresas	Tipo Mercado Involucrado
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	Tecnológicas/Renta Variable	Grandes	EEUU
GLD	Oro	No aplica	No aplica
TLT	Renta Fija	No aplica	EEUU
VEU	Renta Variable	Grandes	Desarrollados y emergentes sin EEUU
VEA	Renta Variable	Grandes	Desarrollados Canadá, Europa y Pacífico
VCIT	Renta Fija	No aplica	EEUU
VWO	Renta Variable	Grandes	Mercados emergentes

Fuente: Elaboración propia.

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 4.2), se incluyó ICF e IWV del grupo Blackrock para no tener una gran dependencia en Vanguard. La información de donde visualizar los prospectos de cada uno de los ETF se encuentran disponibles en el apéndice 1.

Tabla 4.2. Resumen de los prospectos de los ETF seleccionados

ETF	FECHA INICIO	GASTOS DE GESTIÓN	VOLUMEN PROMEDIO (U\$ M)	CAPITALIZACION (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
VVO	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 grandes 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 (1257 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 matriz1 y el mismo número de columnas que matriz2. 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. En el apéndice 2, se observan los problemas a optimizar en Solver y las restricciones utilizadas.

Se detallan, en la Tabla 4.3, las matrices obtenidas y las fórmulas utilizadas:



Tabla 4.3. Matriz utilizada en el desarrollo del trabajo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	<u>2015-2019</u>	<u>SPY</u>	<u>VTI</u>	<u>VBK</u>	<u>IWV</u>	<u>ICF</u>	<u>QQQ</u>	<u>GLD</u>	<u>TLT</u>	<u>VEU</u>	<u>VEA</u>	<u>VWO</u>	<u>VCIT</u>	<u>MATRIZ</u>	<u>REND</u>
2	<u>SPY</u>	0,000071	0,000071	0,000077	0,000072	0,000042	0,000085	-0,000011	-0,000023	0,000065	0,000063	0,000074	-0,000002	0,0000	0,000469
3	<u>VTI</u>	0,000071	0,000072	0,000079	0,000072	0,000042	0,000084	-0,000011	-0,000023	0,000065	0,000063	0,000074	-0,000002	0,0000	0,000456
4	<u>VBK</u>	0,000077	0,000079	0,000102	0,000080	0,000048	0,000094	-0,000011	-0,000024	0,000070	0,000068	0,000080	-0,000002	0,0000	0,000446
5	<u>IWV</u>	0,000072	0,000072	0,000080	0,000072	0,000042	0,000085	-0,000011	-0,000023	0,000065	0,000063	0,000074	-0,000002	0,0000	0,000451
6	<u>ICF</u>	0,000042	0,000042	0,000048	0,000042	0,000091	0,000044	0,000004	0,000009	0,000037	0,000036	0,000043	0,000006	0,0000	0,000321
7	<u>QQQ</u>	0,000085	0,000084	0,000094	0,000085	0,000044	0,000117	-0,000013	-0,000023	0,000075	0,000072	0,000089	-0,000002	0,1786	0,000669
8	<u>GLD</u>	-0,000011	-0,000011	-0,000011	-0,000011	0,000004	-0,000013	0,000063	0,000024	-0,000004	-0,000005	0,000001	0,000008	0,0221	0,000212
9	<u>TLT</u>	-0,000023	-0,000023	-0,000024	-0,000023	0,000009	-0,000023	0,000024	0,000058	-0,000022	-0,000022	-0,000022	0,000015	0,0000	0,000194
10	<u>VEU</u>	0,000065	0,000065	0,000070	0,000065	0,000037	0,000075	-0,000004	-0,000022	0,000082	0,000079	0,000093	-0,000001	0,0000	0,000266
11	<u>VEA</u>	0,000063	0,000063	0,000068	0,000063	0,000036	0,000072	-0,000005	-0,000022	0,000079	0,000078	0,000086	-0,000002	0,0000	0,000275
12	<u>VWO</u>	0,000074	0,000074	0,000080	0,000074	0,000043	0,000089	0,000001	-0,000022	0,000093	0,000086	0,000131	0,000000	0,0000	0,000259
13	<u>VCIT</u>	-0,000002	-0,000002	-0,000002	-0,000002	0,000006	-0,000002	0,000008	0,000015	-0,000001	-0,000002	0,000000	0,000006	0,7994	0,000182
14	<u>MATRIZ</u>	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,178591	0,022053	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,799355		
15															
16	<u>REND PORT</u>	"MMULT(B2:M13;O2:O13)*252													
17	<u>VAR</u>	"MMULT(B2:M13;MMULT(B2:M3;N2:N13))*252													
18	<u>DESVIO</u>	"RAIZ(ABS(B17))													
19	<u>RATIO SHARPE</u>	"(B16-0,00958)/B18													

Fuente: Elaboración propia



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 (http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html#_msoanchor_2). 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.

Los resultados obtenidos y las observaciones que surgen de su discusión se detallan en la siguiente sección.

5. Resultados obtenidos

En la sección se presentan los diferentes resultados que se obtuvieron para la totalidad de los ETF seleccionados, en las 3 variables a desarrollar en este trabajo como son rendimiento, riesgo y ratio de Sharpe. A través de diferentes tablas y gráficos se busca visibilizar la 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 5.1. Resultados de las variables de interés para período 2015-2019

ETF	Rendimiento	Desvío	Ratio de Sharpe
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

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la Tabla 5.1, 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 5.2. Correlaciones entre los rendimientos diarios (2015-2019)

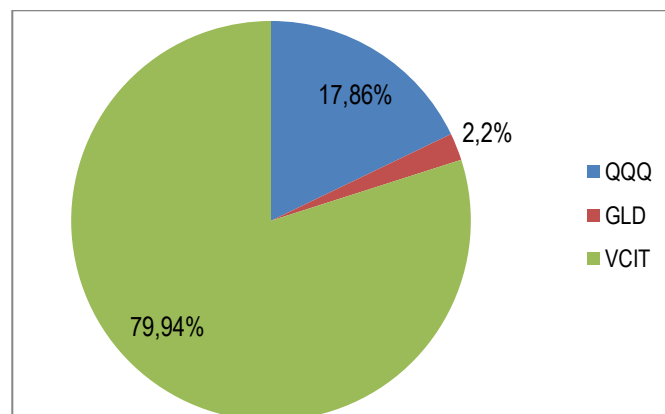
	SPY	VTI	VBK	IWV	ICF	QQQ	GLD	TLT	VEU	VEA	VWO	VCIT
SPY	1											
VTI	0,9961	1,0000										
VBK	0,9185	0,9428	1,0000									
IWV	0,9955	0,9983	0,9432	1,0000								
ICF	0,6953	0,7025	0,6795	0,7023	1,0000							
QQQ	0,9266	0,9252	0,8773	0,9252	0,5869	1,0000						
GLD	-0,0181	-0,0134	0,0128	-0,0131	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

Fuente: Elaboración propia

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 5.1. Composición de cartera óptima según precio del riesgo



Fuente: Elaboración propia



Tabla 5.3. Resultados de las variables de interés para la cartera óptima

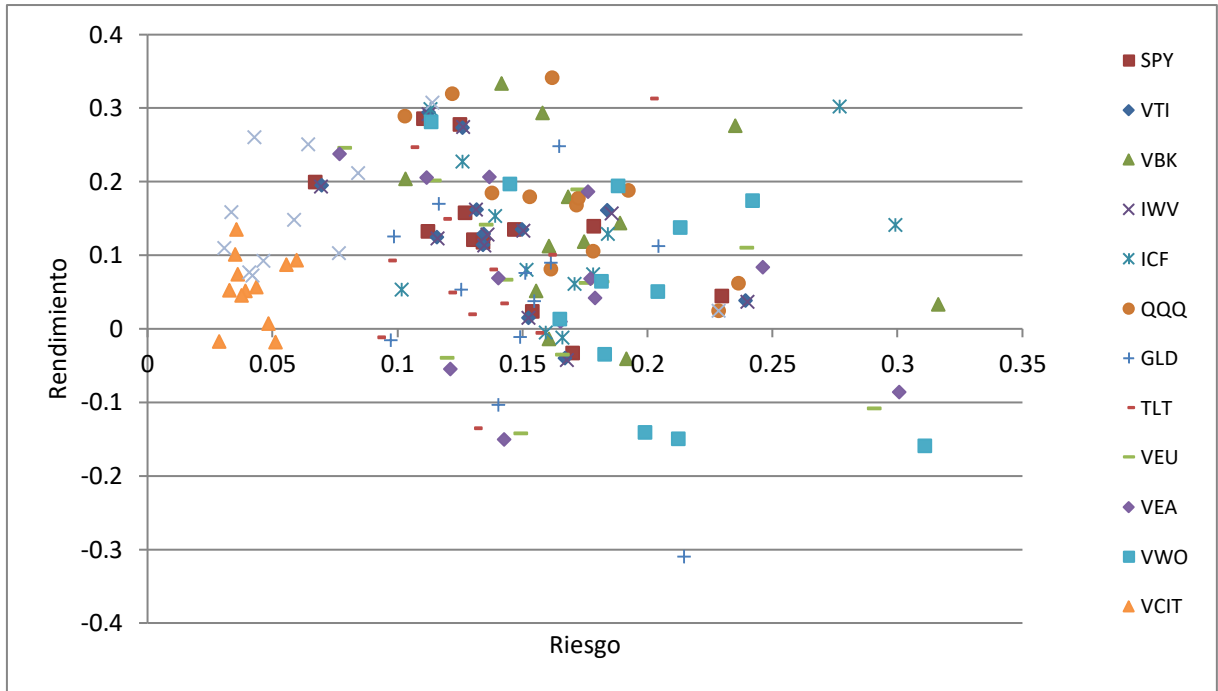
ETF	Rendimiento	Desvío	Ratio de Sharpe
Cartera óptima	0,0680	0,0420	1,3907

Fuente: Elaboración propia

De las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 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 3 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 2 fondos anteriores, lo que genera su exclusión de la cartera cuando se busca su optimización.

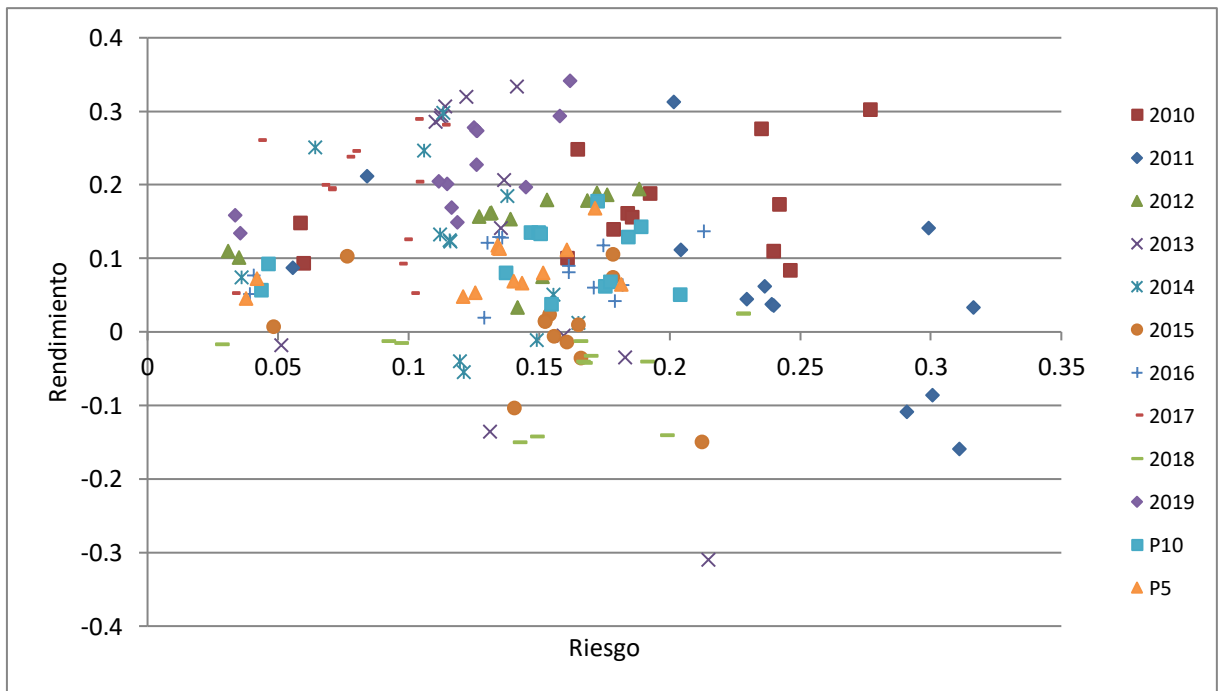
A su vez, y a los efectos de observar los cambios en su evolución temporal, se utilizó el mismo método anual durante los últimos 10 años (período a partir del cual están disponibles la totalidad de los ETF seleccionados), así como un cálculo promedio para la totalidad de la década (P10) como para el último quinquenio (P5). Se detallan a continuación los gráficos de dispersión presentados por año y por ETF, cuyas conclusiones son explicitadas y desarrolladas de forma individual para cada métrica en las subsecciones siguientes.

Gráfico 5.2. Dispersión en mapa de rendimiento-riesgo anual por ETF



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.3. Dispersión en mapa de rendimiento-riesgo por año



Fuente: Elaboración propia

5.1. Rendimientos

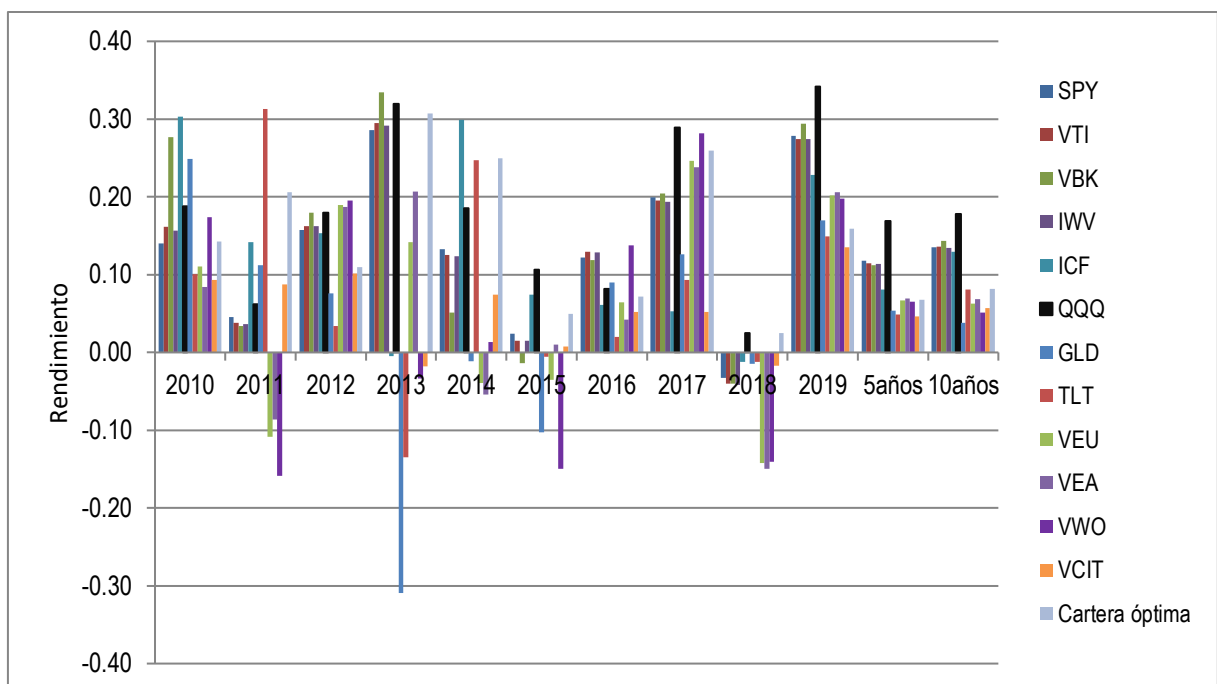
En relación al rendimiento se realizan las estimaciones diarias de los mismos y a partir de estas se anualiza el resultado para los años 2010 a 2019, así como el promedio de los últimos 5 y 10 períodos (Tabla 5.4).

Tabla 5.4. Evolución temporal de los rendimientos de los ETF por año

Rendimiento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	5 años	10 años
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

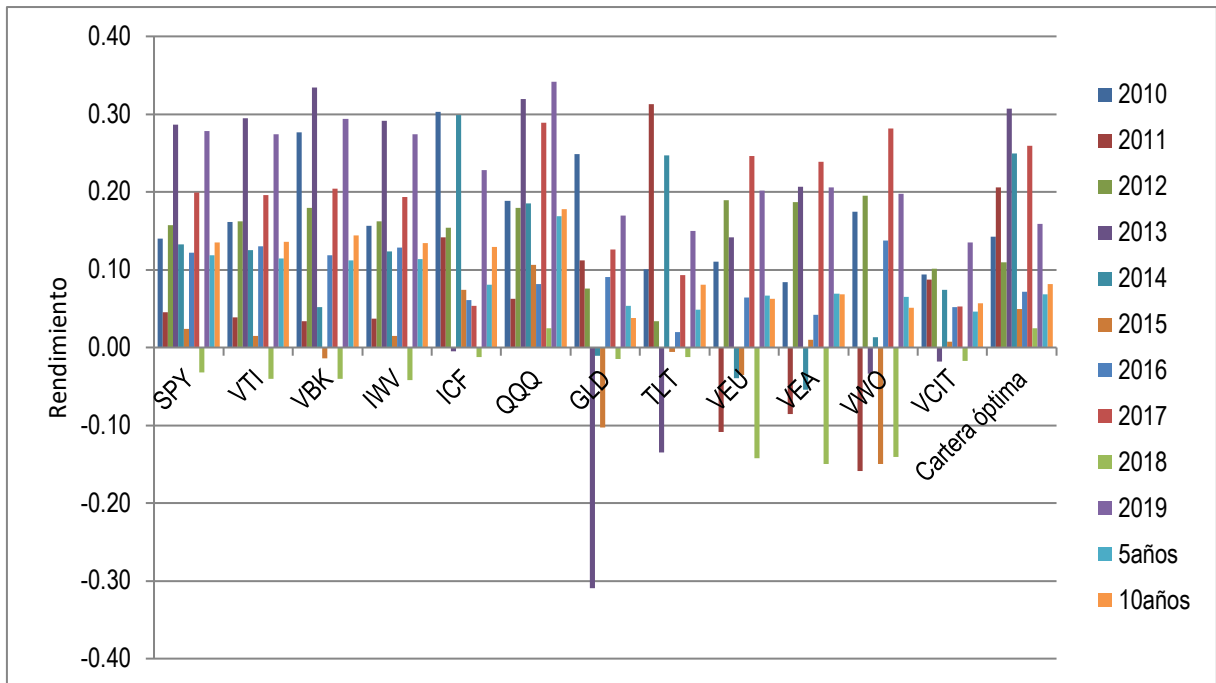
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.4. Evolución temporal de los rendimientos por año



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5. Evolución temporal de los rendimientos por ETF



Fuente: Elaboración propia

De la tabla y los gráficos precedentes 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 el 2014 también fue un muy buen año. En el 2019 los rendimientos fueron altos para los 3 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 3 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 del 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

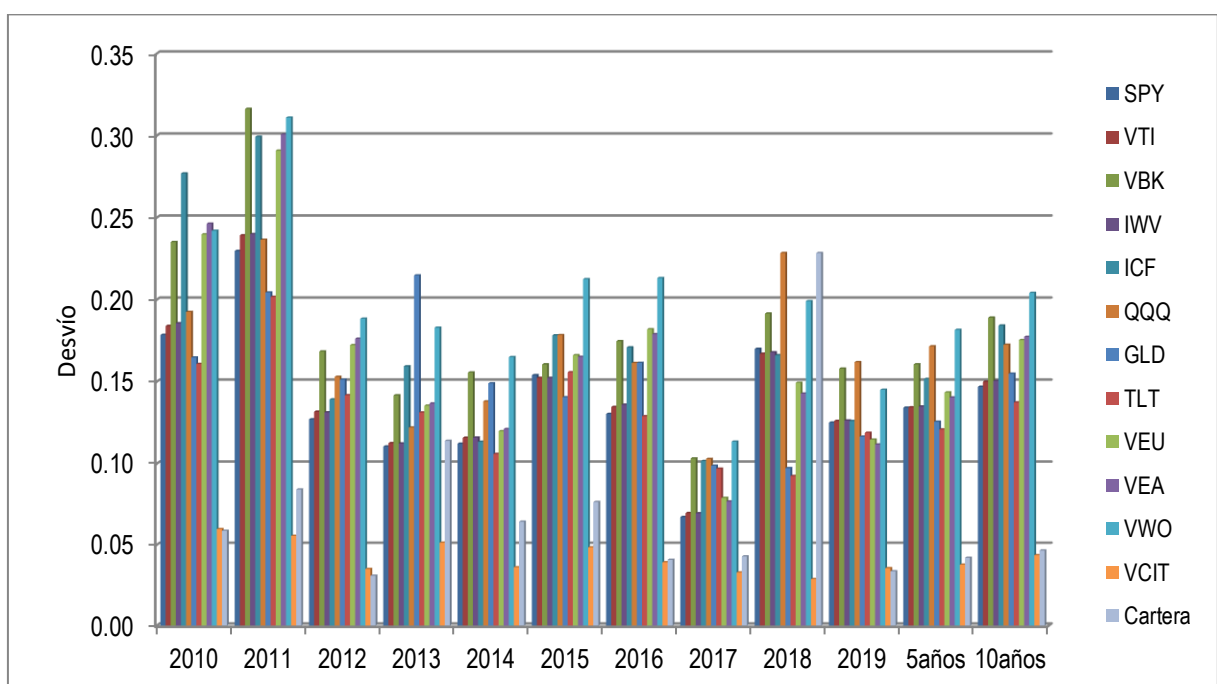
Para medir el nivel de riesgo de cada uno de los ETF se calcula el desvío estándar de sus rendimientos para cada período de análisis en forma individual, así como su correspondiente promedio de 5 años (2015-2019) y 10 años (2010-2019). Los resultados de los mismos se desglosan tanto por ETF como por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

Tabla 5.5. Evolución temporal del riesgo de los ETF por año

Desvio	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

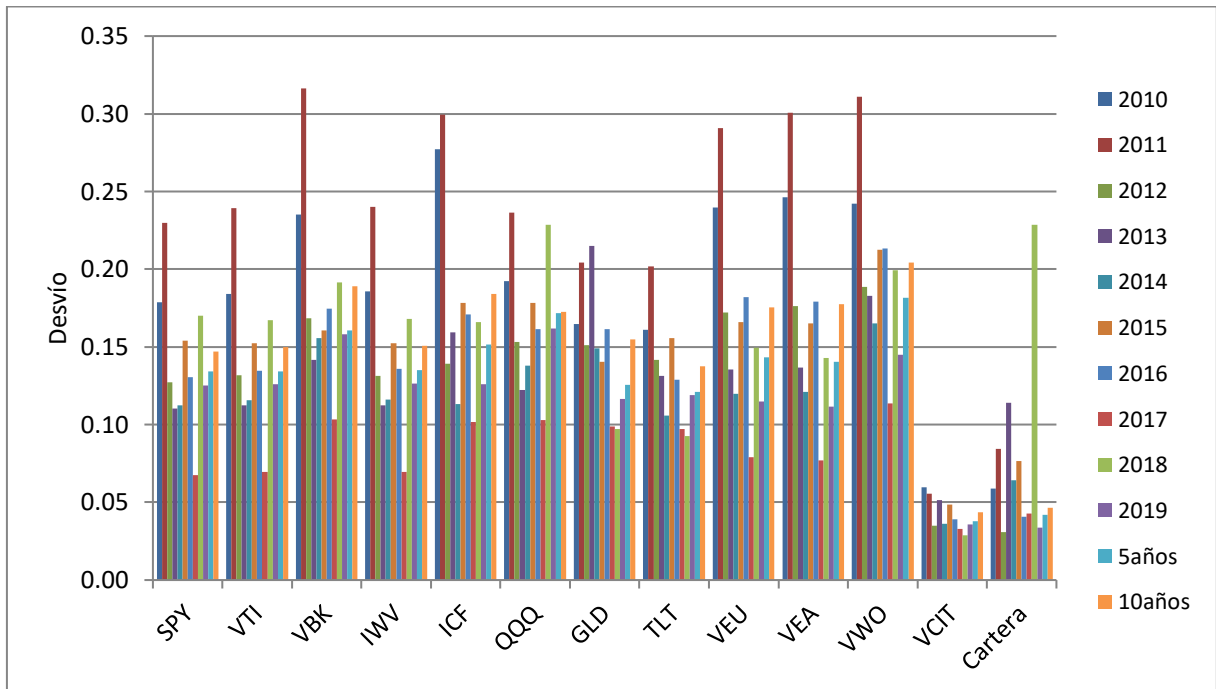
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.6. Evolución temporal del riesgo por año



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.7. Evolución temporal del riesgo por ETF



Fuente: Elaboración propia

En relación al desvío para los diferentes ETF, se observa en VCIT una superioridad absoluta (menor volatilidad) respecto del 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 el mejor período para esta métrica el año 2017. 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 el año 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, el año 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

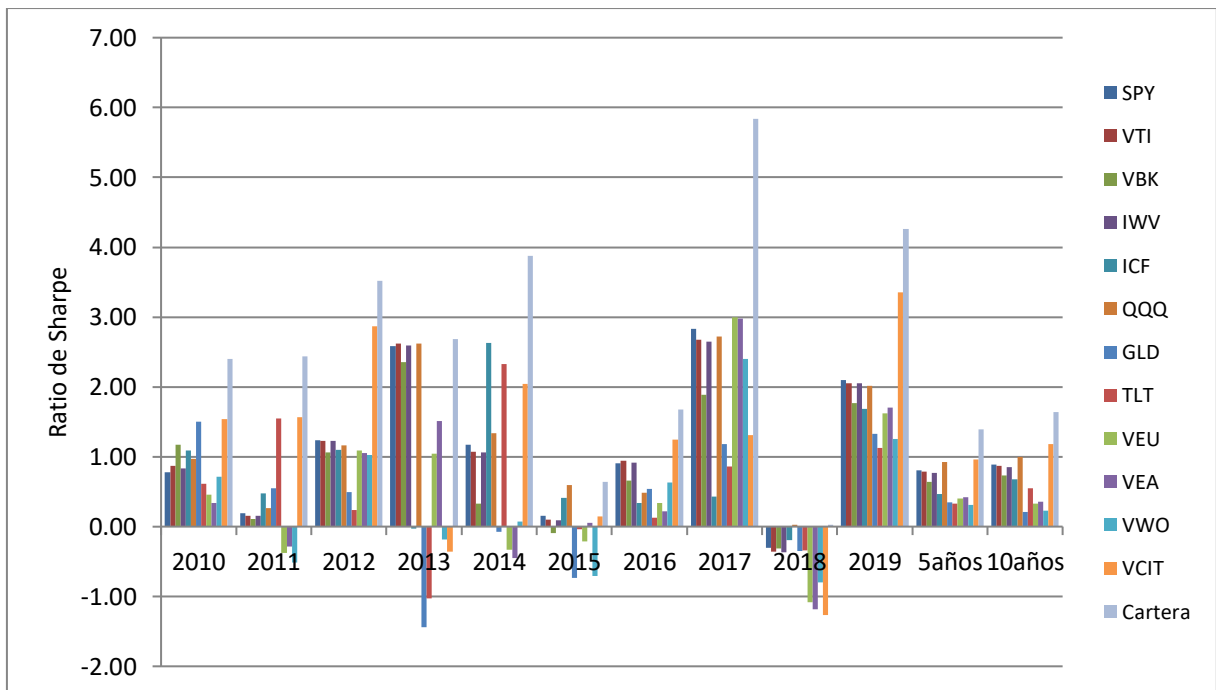
En relación al precio del riesgo se trabaja al igual que en las mediciones del rendimiento y el riesgo, obteniendo la cartera óptima para el período 2015-2019 y comparando cada uno de los ETF y la cartera para los 10 períodos de forma individual, y también agrupándolos en los últimos 5 y 10 años respectivamente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

Tabla 5.6. 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

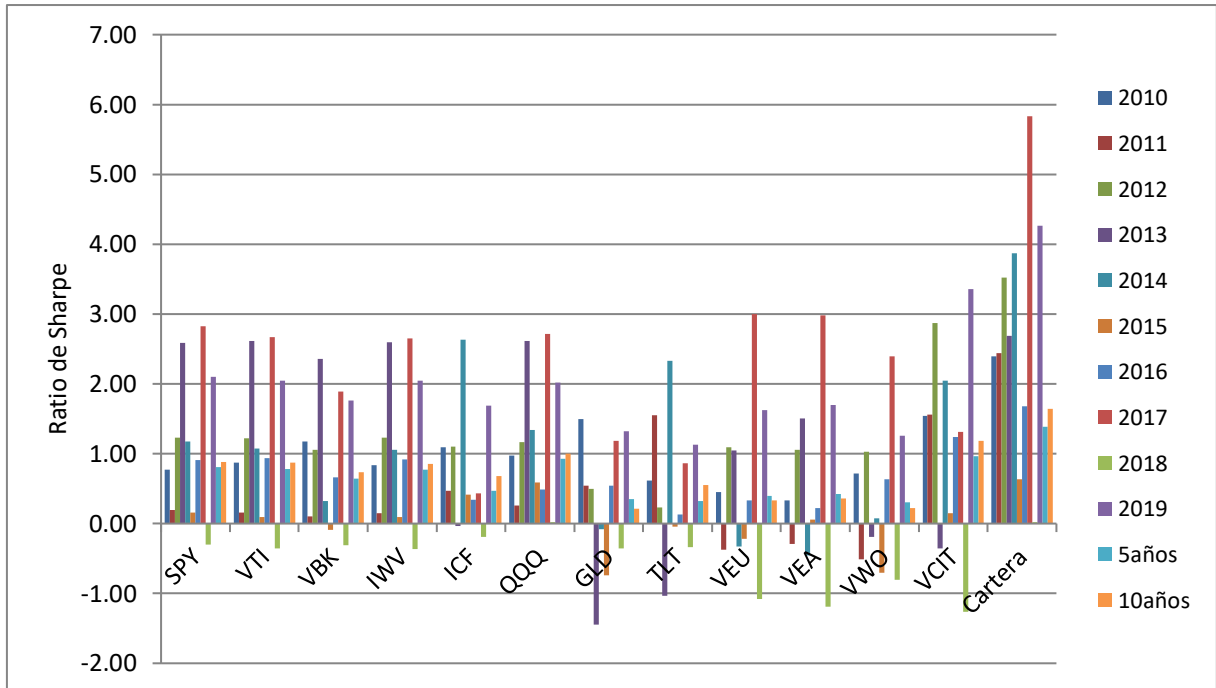
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.8. Evolución temporal del ratio de Sharpe por año



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.9. Evolución temporal del ratio de Sharpe por ETF



Fuente: Elaboración propia

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 2 ETF analizados individualmente. En el único período que VCIT o QQQ no obtuvieron el mayor resultado fue en el año 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.

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

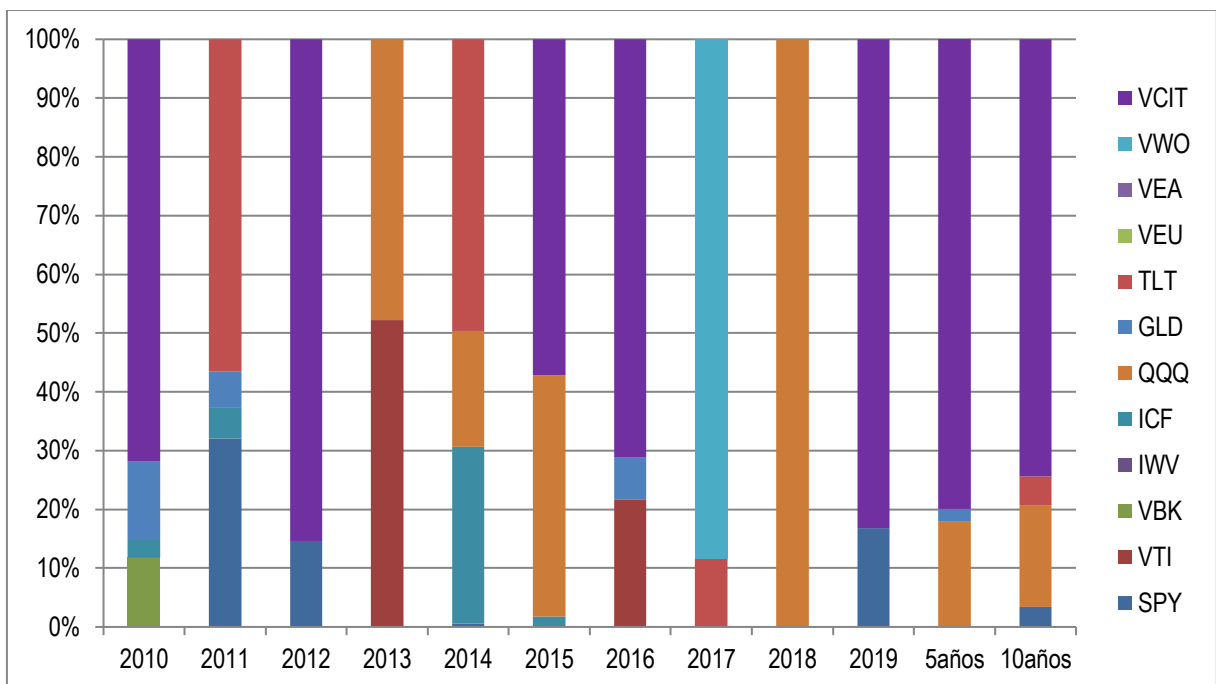
hacer visible la evolución de la participación de los ETF en la cartera óptima de cada año (Tabla 5.7).

Tabla 5.7. Composición de la cartera óptima para cada período

Cartera	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	5años	10años
SPY	0,00%	32,11%	14,60%	0,00%	0,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,77%	0,00%	3,40%
VTI	0,00%	0,00%	0,00%	52,21%	0,00%	0,00%	21,69%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
VBK	11,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IWV	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ICF	3,17%	5,28%	0,00%	0,00%	30,02%	1,73%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
QQQ	0,00%	0,00%	0,00%	47,79%	19,76%	41,16%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	17,86%	17,32%
GLD	13,20%	6,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	7,24%	0,00%	0,00%	0,00%	2,21%	0,00%
TLT	0,00%	56,52%	0,00%	0,00%	49,60%	0,00%	0,00%	11,62%	0,00%	0,00%	0,00%	4,98%
VEU	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
VEA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
VWO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	88,38%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
VCIT	71,83%	0,00%	85,40%	0,00%	0,00%	57,11%	71,07%	0,00%	0,00%	83,23%	79,94%	74,31%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.10. Evolución temporal de la composición de la cartera óptima



Fuente: Elaboración propia

Analizando la tabla 5.7 y el gráfico 5.10 respectivamente, 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

5.5.1. 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 5.2, se visualiza 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 5.1, 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%).

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

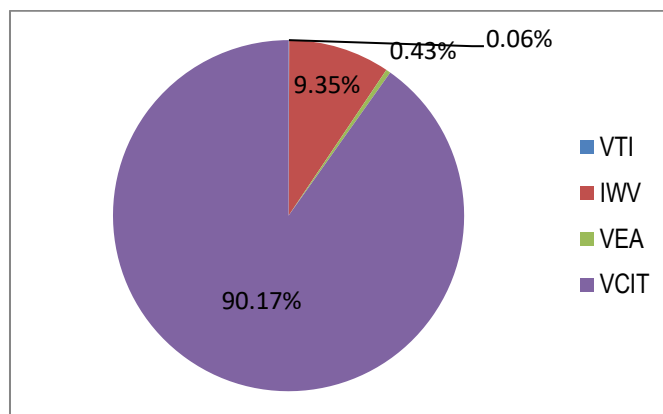
A partir de los datos analizados se pudo obtener la cartera de mínima varianza para el período 2015-2019, así como una frontera eficiente para distintos niveles de riesgos cuyos resultados se observan a continuación.

Tabla 5.8. Participaciones para la constitución de la cartera de mínima varianza

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

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.11. Participaciones de los ETF en la cartera mínima varianza 2015-2019



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.9. Resultados de las variables de interés para la cartera de mínima varianza

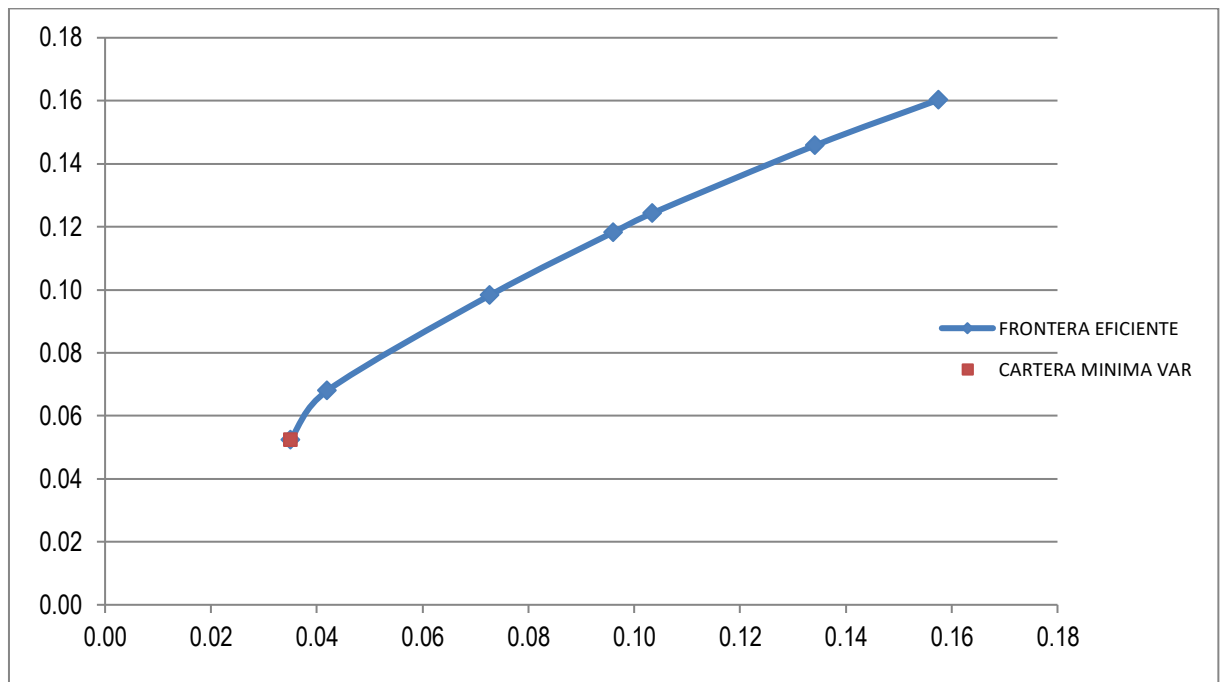
Cartera mínima varianza	
Rendimiento	0,0524
Desvío	0,0350
Ratio de Sharpe	1,2232

Fuente: Elaboración propia

En las tablas y el gráfico precedente 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 5.12. Frontera eficiente



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.10. Frontera eficiente

ETF	Cartera mínima varianza	Cartera óptima	Cartera 3	Rend Spy	Cartera 4	Cartera spy	Cartera arg
Rendimiento	0,0524	0,0680	0,0983	0,1182	0,1244	0,1458	0,1603
Riesgo	0,0350	0,0420	0,0728	0,0960	0,1035	0,1342	0,1576
Ratio de Sharpe	1,2232	1,3907	1,2192	1,1314	1,1091	1,0152	0,9569
ETF/Participación							
QQQ		0,1786	0,4180	0,5746	0,6256	0,8087	0,9309
TLT			0,1136	0,2545	0,2519	0,1624	0,0691
GLD		0,0220	0,0970	0,1358	0,1224	0,0290	
VCIT	0,9017	0,7994	0,3715	0,0352			
VTI	0,0006						
IWV	0,0935						
VEA	0,0043						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.10 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. En la segunda parte de la tabla se puede observar cómo está compuesta cada una de esas carteras, visualizándose de forma clara que a medida que el inversor está dispuesto a asumir más riesgo para obtener un mayor rendimiento, el porcentaje de QQQ en la misma se vuelve dominante.

- 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 a continuación.



Tabla 5.11. 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

Fuente: Elaboración propia

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.

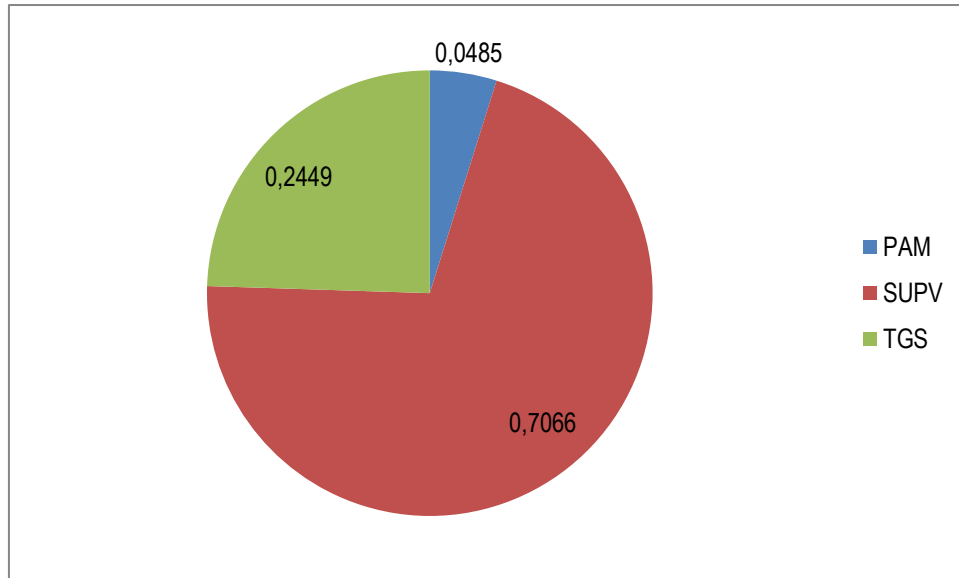
La cartera obtenida y sus resultados en conjunto se observan las tablas siguientes.

Tabla 5.12. Composición de la cartera óptima argentina

Cartera óptima ARG		
PAM	SUPV	TGS
0,0485	0,7066	0,2449

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.13. Cartera óptima argentina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.13. Resultados cartera óptima argentina

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

Fuente: Elaboración propia

En las tablas y el gráfico precedentes 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 5.13, 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.

- Cuantificar el impacto de una crisis internacional extraordinaria (Covid-19) en los resultados previamente obtenidos para el primer semestre 2020.

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 a continuación:

Tabla 5.14. 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

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.15. 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

Fuente: Elaboración propia

Observando los resultados de la Tabla 5.15 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 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.

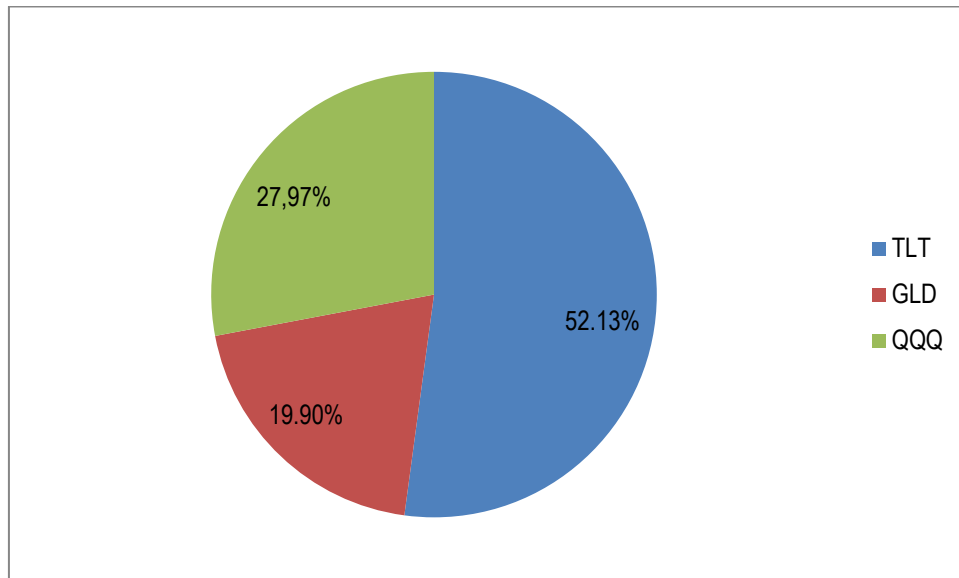
A efectos de enriquecer el análisis del período de pandemia, se replicó la metodología a efectos de estimar cuál hubiese sido la cartera óptima para este período de 6 meses. A continuación se detallan los resultados:

Tabla 5.16. Cartera que maximiza el ratio de Sharpe utilizando únicamente datos de 2020

TLT	GLD	QQQ
0,5213	0,1990	0,2797

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.14. Cartera óptima del 2020



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.17. Resultados cartera óptima del 2020

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

Fuente: Elaboración propia

De las tablas 5.16 y 5.17 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 como se observa en la tabla 5.14, 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 previo a 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.



5.5.2. Validación de las hipótesis

Se retoman las hipótesis planteadas al comiendo de la tesis:

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 las tablas 5.10 y 5.13 respectivamente. En particular las carteras óptimas contienen fondos que siguen índices de renta variable, renta fija y oro en difentes 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 3 casos fue superior al obtenido por nuestra cartera óptima como se observa en la tabla 5.14. En relación al ratio de Sharpe nuestra cartera sólo supera a QQQ, quedando por debajo de TLT y GLD

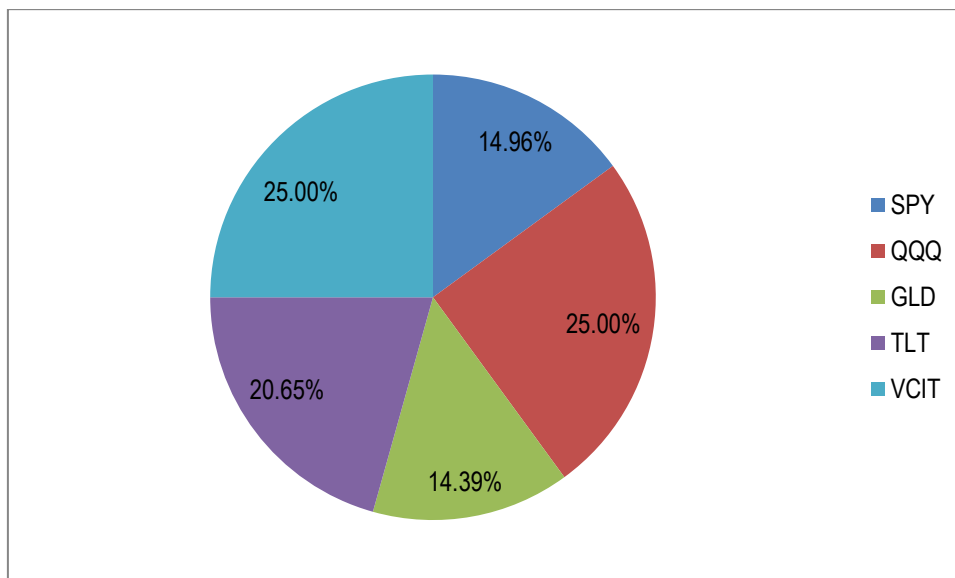
6. Resultados obtenidos de análisis complementarios

6.1. Restricciones adicionales

A efectos de ejemplificar los diversos enfoques que se le puede dar a la metodología propuesta en este trabajo, para adaptarse a cualquier tipo de inversor, se incorporan al análisis tres restricciones adicionales, cada una de forma individual, para analizar los resultados y la incidencia que podrían tener en la cartera del inversor. En todos los casos se trabaja con los datos iniciales del 01-01-2015 al 31-12-2019, incorporando cada una de las restricciones en forma adicional a la anterior.

- **Restricción de máximo de participación al 25%:** Tomando una de las premisas del trabajo de Kono, Yatrakis, Simon y Segal (2007) y a efectos de forzar un aumento de la diversificación, se puede restringir la participación máxima de cada ETF a un 25%. Los resultados de esta nueva optimización del precio del riesgo se observan a continuación.

Gráfico 6.1. Cartera óptima con participaciones máximas de 25% en período 2015-2019



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.1. Resultados cartera con restricción 25% en período 2015-2019

Máximo 25%	
Rendimiento	0,0891
Desvío	0,0659
Ratio deSharpe	1,2064

Fuente: Elaboración propia



Tabla 6.2. Resultados cartera con restricción 25% en el año 2020

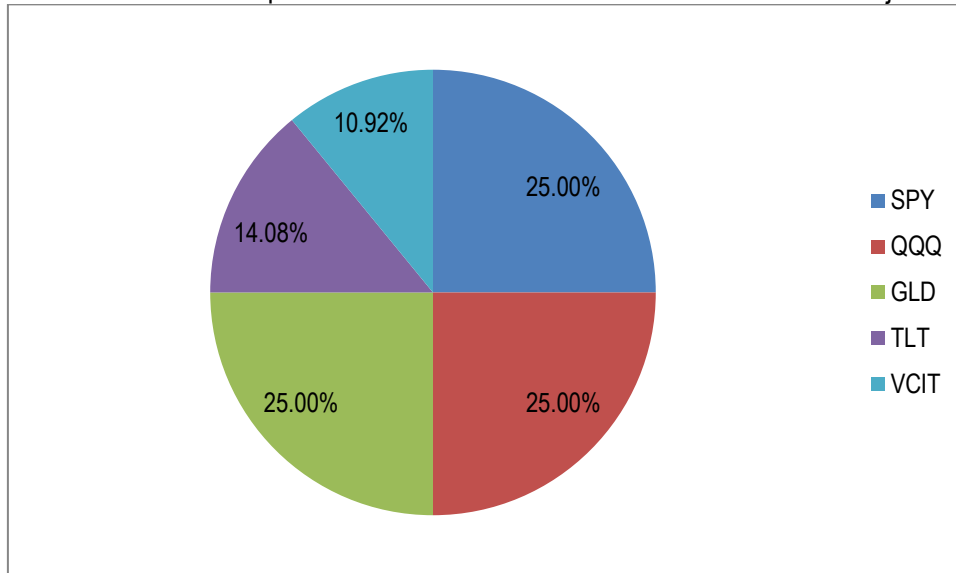
Máximo 25% en 2020	
Rendimiento	0,2782
Desvío	0,1844
Ratio de Sharpe	1,5002

Fuente: Elaboración propia

En relación a la cartera alcanzada se observa que si bien la misma tiene un desempeño inferior a la cartera óptima obtenida a lo largo del trabajo, su ratio de Sharpe es superior al de los ETF evaluados de forma individual. A su vez, si se tiene en cuenta el primer semestre del 2020, se puede argumentar a posteriori que esta diversificación forzada arrojaría resultados positivos para el inversor ya que tanto el rendimiento como el ratio de Sharpe son superiores al de nuestra cartera optimizada.

- **Restricción de máximo de participación de 25% en renta fija:** Manteniendo la diversificación forzada a través del máximo de 25% por ETF y teniendo en cuenta el perfil de aversión al riesgo y el ciclo de vida de un inversor, autores como Graham (1946) y Malkiel (1973) recomiendan que la cartera debe tener mayor participación de activos de renta variable cuando el inversor es joven e ir incrementando el porcentaje de renta fija a medida que uno envejece. Si se considera un inversor en sus inicios, con muchos años de horizonte de planificación, se puede forzar a que en la composición de la cartera, la renta fija sólo alcance una pequeña participación, en este caso la suma de ambas participaciones de los ETF de renta fija (TLT y VCIT) no puede superar en conjunto el 25%.

Gráfico 6.2. Composición de la cartera con máximo de 25% en renta fija



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.3. Resultados de la cartera con restricción de máximo de participación de 25% en renta fija en 2015-2019

Máximo 25% Renta Fija	
Rendimiento	0,0970
Desvío	0,0771
Ratio Sharpe	1,1343

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.4. Resultados de la cartera con restricción de máximo de participación de 25% en renta fija en 2020

Máximo 25% en 2020	
Rendimiento	0,2721
Desvío	0,2266
Ratio Sharpe	1,1942

Fuente: Elaboración Propia

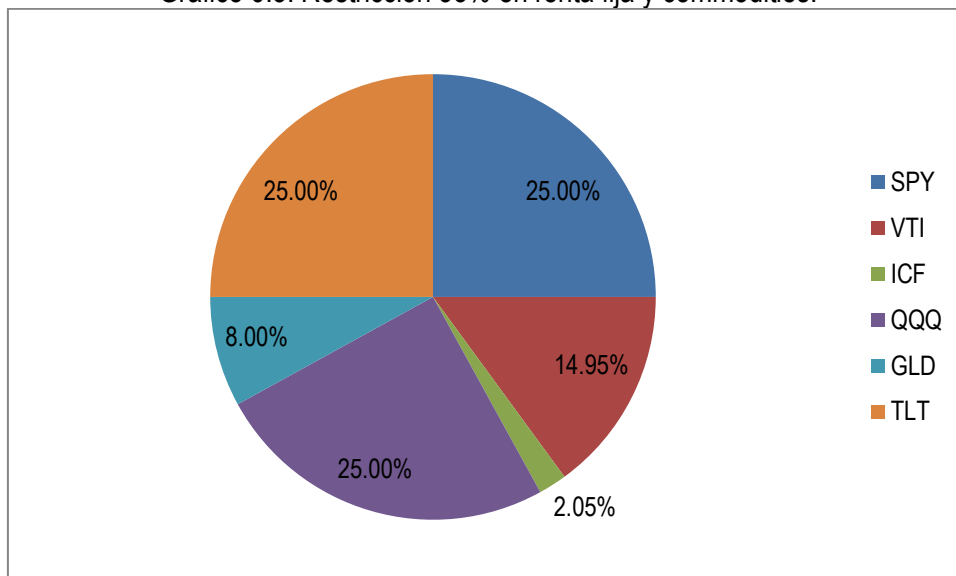
Al igual que lo hallado con la variante anterior, se observa que a medida que se incrementan las restricciones, la cartera pierde eficiencia para el período de análisis. Si bien el rendimiento se incrementa, el ratio de Sharpe disminuye. Esta disyuntiva podría ser tolerada para un inversor joven ya que está dispuesto a aceptar un mayor nivel de riesgo en vistas de mejorar sus ganancias.

Para el año 2020 esta opción también supera la cartera óptima obtenida para el 2015-2019 sin restricciones, pero no a la de la primera restricción, explicado principalmente por el costo

de oportunidad de no haber acompañado el crecimiento de los bonos al limitar los mismos e incrementar la participación de la renta variable.

- Restricción máximo de 33% entre renta fija y commodities:** Como último ejemplo de restricciones, ya que las posibilidades son ilimitadas, se intenta maximizar la participación de activos de renta variable, añadiendo a las restricciones anteriores la limitante de que la suma de participaciones entre ETF de bonos y commodities no abarque más de un tercio de la cartera. Esto se debe a que, si bien se espera que los mismos tengan un buen desempeño en períodos de gran incertidumbre, su performance no debería superar a la renta variable en períodos de estabilidad y crecimiento, que suelen ser la mayoría cuando el horizonte es de largo plazo.

Gráfico 6.3. Restricción 33% en renta fija y commodities.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.5. Resultados de la cartera con restricción máximo de 33% entre renta fija y commodities en 2015-2019

Máximo 33% Bonos y Oro	
Rendimiento	0,1070
Desvío	0,0915
Ratio Sharpe	1,0656

Fuente: Elaboración propia



Tabla 6.6. Resultados cartera con restricción máximo de 33% entre renta fija y commodities en 2020

Máximo 33% en 2020	
Rendimiento	0,2518
Desvío	0,2717
Ratio Sharpe	0,9214

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta la última restricción se mantiene la tendencia de pérdida de eficiencia ante un incremento de las limitaciones, con la particularidad de que en este caso, incluso para el período 2020, el desempeño es inferior a la cartera óptima. Esto resalta el hecho de que si bien el uso de restricciones puede resultar interesante desde el punto de vista teórico para realizar comparaciones, su incorporación detenta contra la optimización general del precio del riesgo. Aún en casos en que el inversor pueda tener una aversión al riesgo superior a la de la cartera obtenida (esto implica que su curva de indiferencia es máxima en carteras con menores niveles de riesgo), su incremento en la tolerancia a la volatilidad debe ser incorporada utilizando la menor cantidad de restricciones posibles a efectos de que la pérdida de eficiencia en el portafolio sea mínima.



6.2. Consideraciones y particularidades para el inversor argentino

En el último tiempo y producto de la inestabilidad del país mencionada en la introducción, existen ciertas consideraciones que debe tener presente un inversor argentino que desea invertir su dinero en el exterior.

En primer lugar, en relación al fondeo de las cuentas, las opciones más utilizadas son a través de una operación de “Dólar cable” o la “Conversión de cedear”. Actualmente (en julio del 2020), la forma de operar con las mismas es la siguiente:

- **Dólar cable:** Consiste en comprar un activo que cotice en el extranjero, generalmente un bono, el cual se compra en pesos o en dólares, pagando su respectiva comisión por la operación, la cual se detalla en la tabla 6.7. Luego el título se vende en el extranjero a través de la especie “C” pagando nuevamente las comisiones y obteniendo los dólares. Para esta operatoria existe una restricción vigente del BCRA, denominada comúnmente como “*parking*” que obliga a tener el título en cartera durante 5 días hábiles antes de poder negociarlo, lo cual incrementa el riesgo de la operación por la volatilidad durante dicho período. La venta en “C” puede hacerse utilizando un *broker* local que tenga convenio para operar activos en el extranjero, o a través de un *broker* extranjero, transfiriendo los títulos de forma internacional previo a la venta de los mismos, con su correspondiente costo también mencionado en la tabla 6.7.
- **Conversión de cedear:** Consiste en comprar alguno de los cedears que cotizan actualmente en el mercado argentino, y luego convertirlo en su correspondiente acción en el extranjero con su respectivo costo. Luego de esta operación se puede mantener dicha acción o venderla para disponer de los dólares en la cuenta comitente que opere en el extranjero. Las limitaciones u opciones de hacerlo con un *broker* local o extranjero son idénticas al “Dólar cable”. La principal diferencia radica en que en esta opción se estarían abonando 3 costos: compra cedear, conversión de cedear y venta de la acción; pero en contrapartida se puede elegir cualquier acción para cual exista cedear cuya volatilidad podría, en un contexto sin pandemia, ser inferior a la de un bono argentino.

En las tablas 6.7. y 6.8. se detallan los costos de las opciones de intermediación argentinas y extranjeras para facilitar la comparación, de manera no exhaustiva. A grandes rasgos si se van a realizar pocas operaciones con dicho dinero, y no se piensa en un rebalanceo periódico de la cartera, la opción de utilizar *brokers* argentinos no es muy distinta a los extranjeros.

Si el inversor tiene planificado hacer operaciones de forma regular y mantener el dinero por un largo plazo, sería conveniente fondear una cuenta en el extranjero ya que las comisiones son muy inferiores y a lo largo del tiempo permitirán obtener mejores rendimientos en su portafolio.

Tabla 6.7. Comparativo de *brokers* de Argentina

BROKERS EN ARGENTINA

BROKER	TITULOS PUBLICOS	CEDEAR	COSTO TRANSFERENCIA TITULOS AL EXTERIOR	CONVERSION CEDEAR	OPERACIÓN EN EL EXTERIOR
BULLMARKET	0,51%	0,58%+IVA	U\$100+IVA POR ESPECIE	USD 0,01-0,03cada 100 CEDEAR + USD 100	0,5%+IVA
ECOVALORES	0,50%	0,50%	U\$200+IVA POR ESPECIE	25usd+3usd cada 100 CEDEAR	0,04U\$ POR NOMINAL , MINIMO U\$4,02
INVERTIRONLINE	0,51%	0,58%+IVA	0,25%+IVA MINIMO 100USD+IVA	-	0,5%+IVA MINIMO USD 15+IVA
PORTFOLIO INVERSIONES	0,51%	0,50%	-	-	0,6%+IVA MINIMO USD10+IVA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.8. Comparativo de *brokers* de Estados Unidos

BROKERS EN ESTADOS UNIDOS

BROKER	DEPOSITO MINIMO	CUOTA MINIMA OPERACION	COMISION ACCIONES	COMISION ETF
AMERITRADE	0	9,99\$	9,99\$	9,99\$
INTERACTIVE BROKERS	2,000\$	1\$	0,005\$ / acción	0,005\$ / acción
VANGUARD	3,000\$	7\$	20\$	20\$
WELLS FARGO	1,000\$	8,95\$	8,95\$	8,95\$

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan ejemplos de fondeo para un inversor con \$1.000.000 (pesos un millón).

Ejemplo 1: El inversor compra títulos públicos, en particular el bono AY24 por su gran volumen de negociación y liquidez. Luego de cumplido el plazo de 5 días para su liquidación puede transferirlos a un broker del extranjero. En este caso se utiliza para ejemplificar a InteractiveBroker, abonando a su vez el costo de la transferencia. Una vez que la tenencia se encuentra en la comitente en el extranjero se procede a la venta del bono en moneda dólar, estando los mismos disponibles para operar. Los costos a tener en cuenta son la comisión de compra en Argentina, la transferencia del título y la venta en el exterior.

Tabla 6.9. Compra títulos AY24 y transferencia a través de BullMarket hacia InteractiveBroker

EJEMPLO FONDEO TRANSFERENCIA TITULOS					
FONDEO \$1.000.000	PRECIO	NOMINALES	GASTO	COMISIONES	GASTO TOTAL
COMPRA AY24 01/07/2020	39,35	25000	983750	5017,125	988767,125
TRANSFERENCIA TITULOS A INTERACTIVO	USD121				8893,5
	PRECIO	NOMINALES	INGRESO	COMISIONES	INGRESO NETO
VENTA AY24C 08/07/2020	0,385	25000	9625	12,5	9612,5
DOLARES EN INTERACTIVE BROKER	9612,5				
PRECIO X DÓLAR	103,7878414				

DÓLAR BNA
73,5

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo 2: El inversor compra cedears de la empresa “Barrick Gold”, uno de los certificados con mayor volumen de negociación, sumado a su correlación con uno de los activos de nuestra cartera como el ORO. Luego de los 5 días de tenencia en la comitente, realiza la conversión del cedear a su correspondiente acción y liquida la misma para operar en el extranjero con la intermediación de EcoValores. Los costos a abonar son la comisión de compra del cedear, la comisión de la conversión del cedear y la comisión de la venta de la acción.

Tabla 6.10. Compra cedear GOLD y fondeo a través de EcoValores

EJEMPLO FONDEO CONVERSION CEDEAR					
FONDEO \$1.000.000	PRECIO	NOMINALES	GASTO	COMISIONES	GASTO TOTAL
COMPRA GOLD 01/07/2020	2914,5	340	990930	4954,65	995884,65
COSTO CONVERSION CEDEAR	USD37				2719,5
	PRECIO	NOMINALES	INGRESO	COMISIONES	INGRESO NETO
VENTA GOLD 08/07/2020	27,72	340	9424,8	13,6	9411,2
DOLARES EN ECO VALORES	9411,2				
PRECIO X DÓLAR	106,1080574				

DÓLAR BNA
73,5

Fuente: Elaboración propia

En los ejemplos de las tablas 6.9 y 6.10 se pueden visualizar los diferentes tipos de operatoria para el fondeo de una cuenta comitente en el extranjero. En esta ocasión la volatilidad del precio de los activos jugó a favor del inversor para los 5 días hábiles transcurridos entre el 01-07-2020 y el 08-07-2020. En caso que ocurra a la inversa se estará incurriendo en un costo mayor por cada dólar a invertir en el extranjero. Si bien las opciones de bonos y/o cedear son a gusto de cada inversor, se considera conveniente recomendar activos con un elevado volumen de negociación en el mercado doméstico y en el norteamericano, para no incurrir en costos por falta de liquidez que puedan encarecer la operatoria.

6.3. Monto de inversión mínimo en la cartera óptima

A partir de datos actualizados a julio de 2020, se estima a continuación cuál debiese ser la inversión mínima en una cartera de ETF respetando las participaciones óptimas obtenidas en la cartera que maximiza el precio del riesgo.



Tabla 6.11. Monto mínimo de inversión para armado de cartera óptima

01/07/2020	Precio	Participación	Monto Mínimo
GLD	166,62	0,0221	7555,50
QQQ	250,49	0,1786	1402,59
VCIT	95,12	0,7993	118,99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.12. Cartera de mínima inversión emulando las participaciones óptimas

U\$7662,12	Precio	Participación	Monto a utilizar	Nominales
GLD	166,62	0,0217	166,62	1
QQQ	250,49	0,1962	1502,94	6
VCIT	95,12	0,7821	5992,56	63
Total			7662,12	70

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos las tablas 6.11 y 6.12, con el precio actualizado de los ETF al 01/07/2020 se puede observar que el monto mínimo para conformar una cartera cuyas participaciones sean muy similares a las obtenidas en nuestro trabajo asciende a U\$7662,12, ya que la inversión en cada fondo debe realizarse en múltiplos enteros de cada nominal. Las participaciones de una cartera con el monto mencionado no replican exactamente las óptimas pero su desviación podría considerarse mínima sin afectar su eficiencia para maximizar el precio del riesgo.



7. 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.

Lo que se buscó con el desarrollo de la tesis fue incorporar una metodología de análisis para la toma de decisiones de inversión, que pueda retroalimentarse a sí misma 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.

Durante la realización del mismo 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. Si bien el horizonte temporal se considera robusto, en el caso de que la disponibilidad de datos de los ETF lo permitan, 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.

Se espera que con la lectura de este trabajo, el inversor incorpore nuevos conocimientos que le permitan finalizar el mismo con mayores herramientas para su toma de decisiones, como fue el caso propio a partir de su desarrollo.



Referencias bibliográficas

- Abad, M. (2018). *Grandes inversores secretos revelados*. Ed. Temas grupo editorial. 2da Edición.
- 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#_msoan_chor_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. In *Handbook of financial engineering* (pp. 67-98). Springer, Boston, MA.
- 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*. Ed. Alfaomega. 3ra Edición.
- Elton E. y Gruber M. (1996). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. Wiley, 5th Edition.
- Etf.com (2020). Disponible en: <https://www.etf.com/>. Consultado en mayo 2020.
- Fama, E. F. y 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. y French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *The Journal of Economic Perspectives*, 18-3, 25-43.
- Georgiev, G., Gupta, B., & Kunkel, T. (2003). Benefits of real estate investment. *The 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 (formerly Journal of Financial Decisions)*, Winter. Available at: <http://www.financialdecisionsonline.org/current/KonoYatrakisSimonSegal.pdf>.



- Malkiel, B. G. (2019). Un paseo aleatorio por Wall Street. Alianza Editorial, 3ra Edición.
- Markowitz, H. (1952a). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7-1, 77–99.
- Markowitz, H. (1952b). The utility of wealth. *The Journal of Political Economy*, 151-158.
- Markowitz, H. (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. Cowles Foundation Monograph No. 16. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Markowitz, H. M., Todd, G. P., y Sharpe, W. F. (2000). Mean-variance analysis in portfolio choice and capital markets (Vol. 66). John Wiley & Sons.
- 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., & OrtobelliLozza, 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. *The Journal of Business*, 39(1), 119-138.
- Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe Ratio. *The Journal of Portfolio Management*, 21-1, 49-58.
- Sharpe, W. F. (1970). Portfolio theory and capital markets. McGraw-Hill College.
- 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.



Apéndices

Apéndice 1. Prospectos ETF utilizados.

Tabla A.1. Prospectos ETF

GLD	https://www.etf.com/GLD
ICF	https://www.etf.com/ICF
IWV	https://www.etf.com/IWV
QQQ	https://www.etf.com/QQQ
SPY	https://www.etf.com/SPY
TLT	https://www.etf.com/TLT
VBK	https://www.etf.com/VBK
VCIT	https://www.etf.com/VCIT
VEA	https://www.etf.com/VEA
VEU	https://www.etf.com/VEU
VTI	https://www.etf.com/VTI
VWO	https://www.etf.com/VWO

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 2. Microsoft Solver. Fórmulas utilizadas en la optimización

Ilustración A.1. Cartera óptima

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	2015-2019	SPY	VTI	VBK	IWW	ICF	QQQ	GLD	TLT	VEU	VEA	VWO	VCIT	MATRIZ	REND
2	SPY	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000469
3	VTI	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000456
4	VBK	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000446
5	IWW	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000451
6	ICF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000321
7	QQQ	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,1786	0,000669
8	GLD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0221	0,000212
9	TLT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000194
10	VEU	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000266
11	VEA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000275
12	VWO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000259
13	VCIT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7994	0,000182
14	MATRIZ	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1786	0,0221	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7994	1,0000	
15			Parámetros de Solver												
16	REND	0,0680													
17	VAR	0,0018													
18	DESVIO	0,0420													
19	RATIO SHARPE	1,3907													

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración A.1 se observan los parámetros básicos de la optimización.

- El objetivo a maximizar, representado por el Ratio de Sharpe en la celda B19
- La participación de cada ETF entre 0% y 100% representado por la primera restricción.
- La suma de las participaciones de los ETF no debe superar al 100%, representado por la segunda y última restricción.

Ilustración A.2. Cartera mínima varianza

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	2015-2019	SPY	VTI	VBK	IWV	ICF	QQQ	GLD	TLT	VEU	VEA	VWO	VCIT	MATRIZ	REND
2	SPY	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000469
3	VTI	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0006	0,000456
4	VBK	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000446
5	IWV	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0935	0,000451
6	ICF	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000321
7	QQQ	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000669
8	GLD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000212
9	TLT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000194
10	VEU	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000266
11	VEA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0043	0,000275
12	VWO	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,000259
13	VCIT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9017	0,000182
14	MATRIZ	0,0000	0,0006	0,0000	0,0935	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0043	0,0000	0,9017	1,0000	
15															
16	REND	0,0524													
17	VAR	0,0012													
18	DESVIO	0,0350													
19	RATIO SHARPE	1,2232													
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															

Parámetros de Solver

Celda objetivo:

Valor de la celda objetivo:

Máximo Mínimo Valores de:

Cambiando las celdas

Sujetas a las siguientes restricciones:

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración A.2 se observan nuevamente los parámetros básicos de la optimización.

- El objetivo a minimizar, representado por el Desvío estándar en la celda B18
- La participación de cada ETF entre 0% y 100% representado por la primera restricción.
- La suma de las participaciones de los ETF no debe superar al 100%, representado por la segunda y última restricción.