



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DIVERSIFICACIÓN UTILIZANDO COMMODITIES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

JAIME ALEJANDRO SZIGETHI QUIJADA

**PROFESOR GUÍA:
VIVIANA PAULINA FERNANDEZ MATURANA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
FRANCISCO JAVIER ERRANDONEA TERAN
EDUARDO ARIEL CONTRERAS VILLABLANCA**

**SANTIAGO DE CHILE
AGOSTO 2007**

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIVERSIFICACIÓN UTILIZANDO COMMODITIES

JAIME SZIGETHI QUIJADA

COMISIÓN EXAMINADORA	CALIFICACIONES		FIRMA
	NOTA(nº)	(Letras)	
PROFESOR GUIA SRA. VIVIANA FERNANDEZ M. :
PROFESOR CO-GUIA SR. FRANCISCO ERRANDONEA T. :
PROFESOR INTEGRANTE SR. EDUARDO CONTRERAS V. :
NOTA FINAL EXAMEN DE TÍTULO :

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CHILE
AGOSTO 2007

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR: JAIME SZIGETGHI Q.
FECHA: 20/08/2007
PROFESORA GUÍA: Sra. VIVIANA FERNANDEZ

“DIVERSIFICACIÓN UTILIZANDO COMMODITIES”

El objetivo general del presente trabajo de título es estudiar los activos denominados commodities y los efectos que tiene la inclusión de éstos en carteras de inversión enfocadas en acciones. Esto con el objeto de mostrar que las carteras eficientes de inversión debieran incluir este tipo de activos.

Los inversionistas institucionales actualmente cuentan con las herramientas para invertir en commodities, pero, debido a múltiples razones, no es normal verlos realizando este tipo de inversiones.

El estudio se centra en índices de acciones para países de Europa, América, Asia y Oceanía, logrando de esta forma cubrir una amplia gama de geografías y tipos de economías diferentes. Además, se utilizan distintos commodities como metales, granos y energía.

A partir de la data histórica para ambos tipos de activos, que va desde enero de 1992 hasta diciembre del 2005, también se cuenta con información de los principales productores y usuarios de cada commodity. Considerando las características principales de cada economía, se determinaron los niveles de mejora que se pueden lograr en la cartera, además de estudiar el impacto y la relación que cada commodity tiene con los países en estudio.

Los resultados muestran que el incluir este tipo de activos en la cartera genera una nueva frontera eficiente de inversión que es envolvente de la frontera que solo incluye los países, además, se llega a que existe una relación entre los principales productores de los commodities y el poder diversificador que estos tienen en dichos mercados, también se muestra a los metales preciosos como buenos diversificadores en casos de mercados volátiles, y la energía como con buen potencial para diversificar.

Se concluye que la eficiencia de la cartera puede verse ampliamente mejorada al incluir estos activos, pero debe realizarse mediante un inversionista que conozca los riesgos e implicancias que estos tengan debido a que una mala diversificación (tanto por elección del activo como por tamaño dedicado a él), puede llevar a una pérdida de eficiencia en la cartera.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a la profesora Viviana Fernandez por el apoyo en el desarrollo de este tema, sin su valiosa ayuda y comentarios no habría sido posible llegar a este punto. También me gustaría agradecer a los profesores Francisco Errandonea y Eduardo Contreras por todos sus comentarios, los que aportan un gran valor al trabajo.

A mis amigos, Cristian, Ignacio, Camilo, Gonzalo, Pamela, Fernando, Andrés, y a muchos otros por hacer de estos años universitarios una experiencia inolvidable.

A mi familia por el constante apoyo y preocupación, a mi madre, padre y hermana por estar conmigo durante todos estos años.

Finalmente quisiera agradecer a Paola, por todo el cariño y amor que me ha entregado en este tiempo.

ÍNDICE

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	8
I.1 Introducción	8
I.2 Descripción de las Bolsas de Intercambio	10
I.3 Principales Hipótesis.....	11
I.4 Objetivos	12
CAPITULO II: Marco Conceptual	14
II.1 Portafolios y Diversificación.....	14
II.2 Modelo de selección de carteras de Markowitz	17
II.3 Modelo CAPM.....	18
II.4 Modelo CAPM extendido	20
II.5 Modelo APT	22
II.6 Modelos GARCH	22
II.7 Estimador de Eficiencia de Cartera.....	23
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE COMMODITIES Y PAÍSES	23
III.1 Descripción de Commodities	23
III.1.1 Descripción de Metales	23
III.1.2 Descripción de Metales Preciosos	25
III.3.3 Descripción de Energía y granos.....	27
III.3 Descripción Estadística de los datos.....	28
III.3.1 Introducción	28
III.3.2 Análisis Estadístico de los Datos	28
CAPITULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO	34
IV.1 Diversificación por Teoría de Carteras.....	34
IV.1.1 Cartera Eficiente con inversión solo en Commodities	34
IV.1.2 Cartera Eficiente con inversión con todas las posibilidades.....	36
IV.2 Estudio CAPM para commodities	39
IV.2.1 Estudio de Metales	40
IV.2.2 Estudio de Metales Preciosos	42
IV.2.3 Estudio de granos y energía	46
IV.3 Estudio CAPM Extendido para commodities	49
IV.3.1 Estudio de metales	49
IV.3.2 Estudio de metales preciosos	54
IV.3.3 Estudio de granos y energía	59
IV.4 Análisis de Eficiencia de Carteras	64
CAPITULO V: CONCLUSIONES	67
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA	70
CAPITULO VII: ANEXOS	72

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Países estudiados en el trabajo	13
Cuadro 2: Commodities estudiados en el trabajo	13
Cuadro 3: Valores de beta para cada escenario de estudio	21
Cuadro 4: Principales productores de metales.....	24
Cuadro 5: Consumo Industrial por metal	25
Cuadro 6: Estadísticos descriptivos para los índices de países	29
Cuadro 7: Estadísticos descriptivos commodities en estudio.....	30
Cuadro 8: Correlación retorno índices de países	31
Cuadro 9: Correlaciones entre commodities	32
Cuadro 10: Correlación entre índices de países y commodities	33
Cuadro 11: Participación de metales en la cartera eficiente	37
Cuadro 12: Participación de metales preciosos en la cartera eficiente	38
Cuadro 13: Participación de granos y energía en la cartera eficiente.....	39
Cuadro 14: Propiedades de diversificación de los metales para América	40
Cuadro 15: Propiedades de diversificación de los metales para Europa	41
Cuadro 16: Propiedades de diversificación de los metales para Asia y Oceanía	42
Cuadro 17: Propiedades de diversificación de los metales preciosos para América	43
Cuadro 18: Propiedades de diversificación de los metales preciosos para Europa	44
Cuadro 19: Propiedades de diversificación de los metales preciosos para Asia y Oceanía.....	45
Cuadro 20: Propiedades de diversificación de los granos y energía para América	46
Cuadro 21: Propiedades de diversificación de los granos y energía para Europa.....	47
Cuadro 22: Propiedades de diversificación de los granos y energía para Asia y Oceanía	48
Cuadro 23: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para América	50
Cuadro 24: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (1)	51
Cuadro 25: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (2)	52
Cuadro 26: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Asia y Oceanía.....	53
Cuadro 27: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para América.....	54
Cuadro 28: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (1).....	56
Cuadro 29: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (2).....	57
Cuadro 30: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Asia y Oceanía	58
Cuadro 31: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para América.....	60
Cuadro 32: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (1)	61
Cuadro 33: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (2).....	62
Cuadro 34: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Asia y Oceanía	63
Cuadro 35: Eficiencia de cartera por país para metales	64
Cuadro 36: Eficiencia de cartera por país para metales preciosos	65
Cuadro 37: Eficiencia de cartera por país para energía.....	65
Cuadro 38: Eficiencia de cartera por país para granos.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Frontera de Inversión para 2 activos en distintos casos de correlación	16
Figura 2: Producción Mundial de Metales	24
Figura 3: Principales productores de Oro	26
Figura 4: Principales Productores de Oro	26
Figura 5: Principales productores de Paladio	27
Figura 6: Principales Reservas de Petróleo y Gas	27
Figura 7: Frontera Eficiente Commodities y productos Individuales	35
Figura 8: Comparación Fronteras Eficientes Commodities e Índices	36
Figura 9: Comparación Fronteras Eficientes	37

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

I.1 Introducción

La inversión de grandes sumas de dinero en activos conlleva una serie de riesgos propios del mercado, la inseguridad en los retornos (volatilidad) lleva a los inversionistas a buscar mecanismos para minimizar los riesgos de su inversión. Esto, principalmente debido a que la racionalidad del inversionista exige el menor nivel posible de riesgo para un mismo nivel de retorno esperado.

En el último tiempo, una mayor necesidad por ahorro (tanto por educación, una etapa más larga de jubilación, necesidades de salud, etc.) ha incrementado la demanda por herramientas de inversión más sofisticadas. Además, el mercado financiero es cada vez más amplio, y con una gama mayor de instrumentos, esto ha llevado a los inversionistas particulares a tener complicaciones a la hora de poder invertir. Si a lo anterior sumamos el hecho de que existen economías de escala en los análisis de inversión, se concluye que el tamaño de una compañía de inversión competitiva crece con la industria (un ejemplo de esta afirmación es la consolidación bancaria en los mercados globales).

Entre los distintos actores del mercado existe una gran competencia para lograr las mejores carteras de inversión. Esto conlleva una carrera por la búsqueda de los mejores activos en los cuales se pueda invertir¹.

En el último tiempo, los inversionistas hambrientos por menores niveles de riesgo están escuchando algunas recomendaciones sorprendentes para invertir², entre ellas:

- Fondos mutuos que invierten en países menos desarrollados, muchos de los cuales no suenan al oído.
- Fondos que se especializan en pequeñas empresas europeas con nombres poco familiares.
- Fondos que inviertan en commodities.

Es importante tener claro que el invertir en cualquiera de estos activos es bastante riesgoso por sí mismo. Pero estos tienden a tener buenos resultados cuando las acciones de países desarrollados (en especial EEUU) tienen malos resultados (en ingles, la expresión “zig when zag”). Esto significa que estos activos, al añadirlos en un portafolio con grandes colocaciones en grandes empresas de países desarrollados (en general, las menos riesgosas conocidas como “blue chip”) puede ayudar a reducir la volatilidad de la cartera.

El combinar activos que no se muevan en la misma dirección es de suma importancia para los inversionistas. La combinación correcta de activos puede lograr reducir la volatilidad de un portafolio sin perjudicar su retorno esperado en el tiempo, es decir, se logra un beneficio sin incurrir en pérdidas para el portafolio.

¹ Existen algunas excepciones, como por ejemplo lo es el caso de las AFP, quienes según la opinión del autor debido a incentivos mal puestos en la legislación, ellas intentan colocarse lo más cercano al centro de masa de las inversiones de la Industria.

² Investment: Bodie, Kane

La obtención de una mayor variedad en la cartera puede ser increíblemente complicada en el mundo de hoy. Antiguamente un inversionista podría haber invertido en distintos países para lograr una buena diversificación de sus activos. Hoy, inversionistas que cambian dólares para invertir en un fondo que invierta en grandes empresas internacionales pueden no haberse diversificado tanto como creen³. Esto debido a que esos fondos típicamente invierten en acciones de empresas poco riesgosas en Europa, las que históricamente han tenido resultados muy similares a las acciones de EEUU y responden a los mismos factores macro-económicos que las empresas norteamericanas.

Una de las razones para la ocurrencia de estos efectos fue la llegada de Internet (en especial la facilidad en el intercambio de información). Con esto, los shocks económicos han sido más globales, y los inversionistas deben buscar nuevas formas de resguardar sus activos para estar cubiertos frente a las caídas de los distintos mercados internacionales.

En general, para lograr la diversificación entre dos activos, se deben buscar posibilidades en las que las correlaciones entre éstos sean lo menor posible, de esta forma, a la hora de buscar qué activos se deben agregar a nuestra cartera de inversiones, no solo se debe mirar el retorno y volatilidad de los mismos, sino que también se debe mirar cómo se correlacionan estos activos con los que ya están incluidos en la cartera previa (como lo es en el caso de activos más riesgosos, pero con pequeña correlación con la cartera). En caso que la correlación de estos activos con la cartera sea baja, éstos se podrían agregar disminuyendo la volatilidad total de la cartera.

En el presente trabajo se buscará mostrar de forma teórica que los commodities debieran formar parte de las carteras eficientes, ya que al incorporarlos se puede disminuir la volatilidad de la cartera para un mismo nivel de retorno. Además, se buscará entender cómo se comportan estos activos para distintas situaciones de mercado.

Este trabajo no busca dar un marco práctico para el uso de los commodities como hedge de inversión, entendiendo el autor que no es un tipo de activos que las compañías puedan agregar con la misma facilidad que las acciones, y que estos presentan diferencias claras con ellas (como por ejemplo que el precio de las acciones esta dado por los flujos futuros (en perpetuidad) esperados, situación que no es similar a la de los commodities).

Los commodities se pueden dividir en variados tipos, como por ejemplo: metales (se pueden dividir en: preciosos, como el oro o la plata; o normales, como lo son el cobre o la lata), energía (petróleo, gas, etc.), o agrícolas (granos, maíz, etc.), entre otros.

Los commodities se transan en bolsas especializadas, como lo son la Bolsa de Chicago ("Chicago board of Trade"), la bolsa de metales de Londres ("London Metal Exchange") o la bolsa de intercambio de Nueva York ("New York Mercantile Exchange").

³ "Finding funds that zig when blue chip zag"

Por esto, es adecuado estudiar como se comportan estas bolsas donde se transan los activos en estudio, y revisar algunos fundamentos básicos de ellas, mostrando sus principales características y funciones.

I.2 Descripción de las Bolsas de Intercambio

Las bolsas de intercambio de commodities son mercados donde se pueden comprar y vender commodities, para entrega inmediata o futura. Los contratos están estandarizados (el estándar de intercambio de los commodities en estudio será mostrado más adelante, en el Capítulo III), de tal manera que el intercambio sea lo más expedito y transparente posible.

Un porcentaje muy menor de los commodities transados en estas bolsas termina en un real intercambio de “material”, dado que las prácticas normales incluyen el cierre del contrato poco antes del cierre del plazo, o un intercambio de la diferencia entre el precio pactado y el precio spot (por ejemplo, si el precio pactado era 600 u.m. y el spot es 500 u.m. el comprador del contrato podría entregar 100 u.m. por cada unidad pactada).

Los participantes en estas bolsas pueden ser distinguidos entre aquellas personas que buscan cubrirse del riesgo que implica la volatilidad del precio de commodities a sus inversiones, y los especuladores, que son aquellas personas que buscan obtener utilidades por ese mismo riesgo que los otros buscan cubrirse. La razón por la que la participación de estos especuladores es importante para el mercado es porque entregan liquidez.

A continuación, se detallarán las bolsas de intercambio más importantes, donde los inversionistas pueden realizar sus transacciones de commodities.

Una de las bolsas de intercambio más antiguas es la bolsa de metales de Londres (LME), fue incorporada en 1870 como un foro de intercambio para los mercaderes de metales. A través de los años ha progresado para convertirse en la bolsa más exitosa de commodities que no tiene petróleo. Ella se dedica al intercambio de metales no preciosos (para fines de este trabajo se refiere al cobre, plomo, níquel, lata y zinc). Sus tres principales funciones son⁴:

1. Hedging: Proveer de un mercado tal que los participantes, principalmente de industrias relacionadas a los metales y el plástico, tengan una oportunidad de protegerse ante los riesgos que provienen de los movimientos en los precios de metal y de plásticos.
2. Pricing: Entregar precios de referencia que son aceptados mundialmente y altamente utilizados en industrias relacionadas a metales y a plásticos como benchmark.

⁴ Sitio oficial LME: http://www.lme.co.uk/who_why.asp

3. Entrega: Contar con infraestructura de entrega y bodegas apropiadas de tal forma de permitir a los participantes del mercado el hacer o tomar entregas físicas de marcas aprobadas por los contratos del LME.

Estas funciones forman parte de lo que significa, en general, una bolsa de intercambio. Las otras bolsas que se utilizarán para el estudio de commodities en este trabajo son la “Chicago board of trade” (CBOT) y la “New York Mercantile Exchange” (NYMEX).

La CBOT es la bolsa de intercambio de futuros y opciones más antigua del mundo. Se utilizarán sus contratos como ejemplo de contratos agrícolas.

La NYMEX es la bolsa de intercambio de commodities físicos más grande del mundo. Ella maneja principalmente energía y metales. Hace poco se fusionó con la otra división de la compañía, la Bolsa de Intercambio de Commodities de Nueva York (COMEX). Para efectos de este trabajo en esta bolsa se transan los metales preciosos y los commodities de energía.

En estos mercados, la entrada de inversionistas institucionales aún no se ve de forma fuerte (en el caso chileno estas corresponden a AFP, compañías de seguros o bancos).

Investigaciones actuales en el tema de la diversificación con commodities han buscado explicar los precios de los distintos metales preciosos, mostrando los poderes diversificadores de los mismos en EEUU. La conclusión es que un inversor norteamericano debiera utilizar metales preciosos para cubrirse en casos de alta volatilidad en el mercado norteamericano⁵.

Otra gama de investigaciones han venido a comprobar la clásica hipótesis de backwardation⁶, encontrando que ésta es correcta en los mercados de granos en EEUU.

Para la realización del trabajo se utilizó una serie de supuestos e hipótesis, las cuales serán planteadas en el siguiente punto, seguidas por los objetivos del trabajo.

I.3 Principales Hipótesis

Las principales hipótesis del estudio son las siguientes:

- Las inversiones en acciones en países desarrollados poseen niveles de riesgo que pueden ser mejorados incluyendo activos que pueden ser más riesgosos por sí mismos, como es el caso de los commodities.
- El incluir commodities a una cartera de inversión expandirá la frontera eficiente de posibilidades de inversión de la misma.

⁵ Do precious metals shine? An investment perspective

⁶ Backwardation: Los precios de los futuros en granos se transan a un menor precio que el esperado en valor presente, debido a que existe una gran cantidad de productores dispuesto a perder ese margen para asegurar el precio de su transacción.

- Los principales factores bajo los cuales un inversionista podría querer diversificarse son los bajos retornos y los períodos de alta volatilidad. Esto, porque en períodos de retornos normales (o buenos) y de baja volatilidad, el inversionista no tendría incentivos para diversificarse mayormente del mercado.
- Los mercados en que los commodities tengan una alta participación tendrán un mayor poder diversificador en casos de alta volatilidad en el mismo, ya que la alta volatilidad del mercado debiera traducirse en mayores precios de commodities (activos fijos).
- Los países donde se produce la mayor cantidad de dichos commodities muestra una gran correlación con ellos.
- Las carteras que incluyan commodities serán más eficientes que las carteras que sean solo de acciones de países.⁷, porque al incluir activos con bajas correlaciones con el resto de la cartera, ésta podrá mejorar sus niveles de riesgo.

Luego de entender las motivaciones y las hipótesis que mueven la presente investigación, a continuación se mostrarán los objetivos en los que se sustenta.

I.4 Objetivos

- **Objetivo General**

Estudiar el comportamiento financiero de los commodities y las implicancias que tiene su inclusión a una cartera de inversión.

- **Objetivos Específicos**

- Estudiar los beneficios de incluir commodities a una cartera de acciones en distintos países.
- Realizar una revisión de los “beta” de los distintos commodities en distintos mercados.
- Estimar las variaciones de estos betas en escenarios de alta volatilidad y de bajo retorno.
- Estudiar la ganancia en eficiencia de la cartera al incluir los commodities en ellas.
- Comprobar si se cumplen las Hipótesis planteadas en la introducción

⁷ Un supuesto clave para esto es asumir que los índices de acciones utilizados por país se comporta similar a las acciones del mismo.

Para cumplir con los objetivos planteados se necesita trabajar con una serie de países y commodities específicos.

Esta serie de países fue seleccionada a partir de los siguientes objetivos:

- Cubrir una amplia serie de geografías.
- Tener distintos tipos de economías.
- Utilizar países de economías estables (acciones “blue chip”)

De esta forma, los países en estudio se pueden ver en la siguiente tabla:

Cuadro 1: Países estudiados en el trabajo

Alemania	Australia	Canadá	Chile	EEUU	España	Hong Kong
Holanda	Italia	Japón	Suecia	Suiza	Inglaterra	

Fuente: Elaboración propia

Con esto se podrá cubrir Europa, Asia, Oceanía, América del Norte y del Sur, teniendo así una amplia gama de economías para estudiar.

Resulta importante recalcar que existía información para realizar una inclusión de más países, pero presentaba un trade off, dado que al incluir más países se tendría

Los commodities que serán estudiados en este trabajo se eligieron teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- Cubrir distintos tipos de commodities.
- Tener commodities que tengan tanto un uso principalmente industrial, como otros tipos de usos.
- En base a información disponible.

Cuadro 2: Commodities estudiados en el trabajo

Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Paladio	Plata	Oro	Plata – FUT.	Oro – FUT. ⁸
Trigo	Maíz	Avena	Petróleo	Gas Natural

Fuente: Elaboración propia

Estos commodities incluyen metales preciosos, metales “base”, granos y energía, los que se mueven por todo tipo de usos.

En el Capítulo II se realizará el marco conceptual de la investigación, mostrando las distintas herramientas que serán utilizadas.

⁸ FUT: Futuro

En el Capítulo III se realizará una descripción de los commodities y países que se estudiarán. Esta descripción será, en primer lugar, sobre cómo los commodities y los países se encuentran en su entorno, mostrando sus principales usos e industrias respectivamente, además de datos importantes para cada uno de ellos. También se realizará una descripción estadística de los datos de cada uno de los países y commodities y la relación que éstos tienen entre sí.

El Capítulo IV corresponde al desarrollo del trabajo de investigación en curso. Este se divide en la teoría de carteras de Markowitz, donde se estudiará el efecto de incluir los activos de commodities en carteras compuestas por todos los países disponibles en el estudio. En segundo lugar se realizará un estudio del poder diversificador de cada commodity para cada mercado relevante. Finalmente, se realizará el análisis sobre la eficiencia de la cartera, mostrando que esta puede aumentar o disminuir al incorporar commodities, en especial en pesos altos sobre la misma, y que al utilizar las carteras encontradas con la metodología de Markowitz tanto cuando son carteras sólo de países, así como también cuando lo son con países y commodities, el aumento es significativo.

El Capítulo V mostrará las principales conclusiones del trabajo, las que se encuentran relacionadas con los objetivos e hipótesis planteadas al inicio del mismo.

CAPITULO II: Marco Conceptual

En el capítulo de Introducción se han revisado las razones por las cuales los inversionistas deben buscar fuentes de inversión en distintos activos financieros, entre las que se encuentran la dificultad de encontrar activos que tengan una baja correlación con la cartera de mercado, la mayor competitividad entre las compañías de inversión, etc. En este capítulo se estudiarán las distintas herramientas que se utilizarán para medir el poder diversificador de los commodities.

Se comenzará dando una revisión a la teoría de carteras y la idea central de la diversificación. Luego, se estudiará el modelo de Markowitz para la formación de portafolios, este modelo es de suma importancia para justificar la inclusión de activos en una cartera. El siguiente paso será hacer una revisión de los modelos de CAPM y CAPM extendido, además de esto, se realizará una pequeña discusión sobre el porque de la inclusión de un modelo tipo CAPM extendido en lugar de un modelo APT multifactor. Con estos modelos se realizarán los análisis de los commodities en particular para cada país. A continuación, se estudiarán las herramientas que hacen posible las estimaciones de los modelos anteriores, estas son las regresiones lineales, los modelos de mínimos cuadrados ordinarios, y los modelos GARCH. Finalmente, se estudiará la herramienta de cálculo utilizada en este trabajo para estimar la eficiencia de la cartera, que es el ratio de rentabilidad sobre riesgo.

II.1 Portafolios y Diversificación

El principal objetivo de la construcción de portafolios es lograr la diversificación del riesgo. Supongamos que un inversionista posee solo una acción, la que se llamará compañía A, ¿A qué riesgos se ve enfrentado dicho inversionista? Existen dos fuentes de riesgo; en primer lugar se pueden considerar todos los riesgos que provienen de

factores macro de la economía, como la inflación, los ciclos económicos, etc. Todos estos factores influyen en el desempeño de la acción (y de todas las empresas en el mercado), y no existen mecanismos para poder predecirlos. Además de los riesgos macro, existe una serie de riesgos propios de la empresa, como sus resultados en nuevos negocios, su capacidad emprendedora, etc. Estos factores afectan a la empresa A sin tener un impacto mayor en el resto de las empresas de la economía.

Si se considera que el inversionista ahora agrega a su portafolio una segunda acción, de la empresa B, el riesgo que posee su portafolio tendrá ahora el mismo riesgo macro que antes, pero mientras más diverjan los riesgos específicos de las distintas empresas, la diversificación disminuirá el riesgo del portafolio. Por ejemplo, el precio del principal producto de la empresa A puede caer, lo que afecta negativamente a sus resultados; mientras que el precio de productos de la empresa B puede subir, favoreciendo sus resultados. Los dos efectos se compensan, disminuyendo la volatilidad total del portafolio.

Al agregar más acciones al portafolio, cada vez se podrá tener un riesgo menor dado que los riesgos específicos se compensarán (como en el ejemplo anterior). El límite para la reducción serán los factores macro que afectan a todas las firmas. Por ejemplo, si todas las firmas están influidas por el ciclo económico, no se podrá eliminar ese riesgo.

Estos riesgos son conocidos como riesgo sistemático, o no diversificable (el riesgo macro), y riesgo no sistemático o diversificable (el riesgo específico de la compañía).

Este análisis nace de estudios empíricos⁹, donde se demuestra que el riesgo del portafolio cae con la diversificación, pero se encuentra acotado por el riesgo sistemático del mercado.

Supóngase un portafolio de múltiples activos, el retorno del portafolio se define como la suma ponderada del retorno de cada uno de los activos que conforma el portafolio, de esta forma (donde w_i representa el peso del activo "i"):

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot R_i$$

Mientras que la varianza de un portafolio de múltiples activos es:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{cov}(R_i, R_j)$$

La primera observación importante con respecto a esta ecuación es que la varianza, a diferencia del retorno, no es una suma ponderada de las varianzas individuales de los activos. En palabras, la varianza del portafolio es la suma ponderada de las covarianzas.

⁹ "How many stocks make a diversified portfolio", Meir Statman, Journal of Financial Quantitative Analysis 22, Septiembre 1987

Recordando que las covarianzas pueden ser calculadas desde el coeficiente de correlación de la forma:

$$\rho_{ij} = \frac{\text{cov}(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

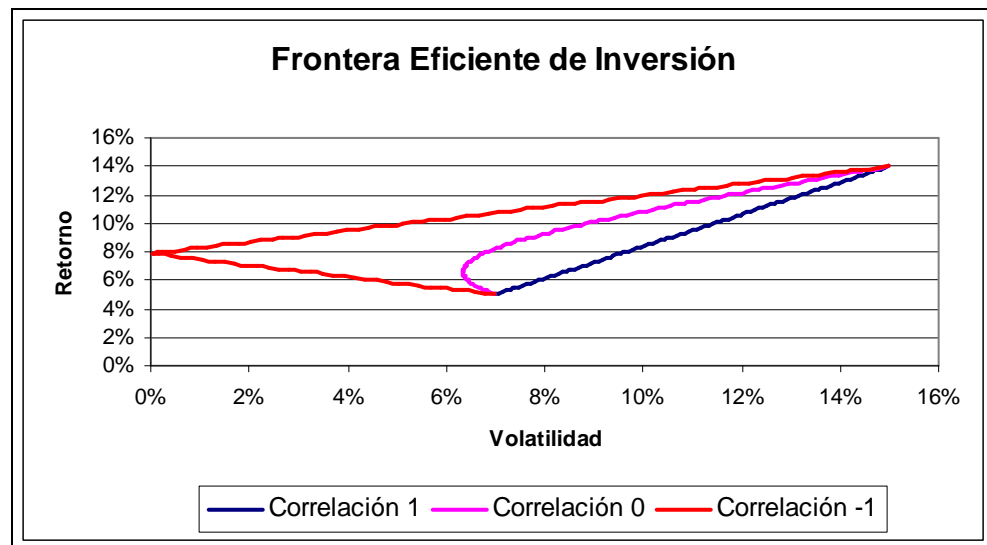
La ecuación de varianza del portafolio se puede re-escribir de la siguiente forma:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_i \sigma_j w_i w_j \rho_{ij}$$

Así, si el coeficiente de correlación es mayor, la covarianza será mayor, y por ende, la varianza del portafolio será mayor. En el caso de correlación perfecta ($\rho_{ij} = 1$), la volatilidad del portafolio es la suma ponderada de las volatilidades individuales de sus activos. En todos los demás casos, el coeficiente de correlación es menor a uno, por lo que la volatilidad del portafolio será menor que la suma ponderada de las volatilidades de los distintos activos.

A continuación se muestra la frontera de posibles volatilidades y retornos de un portafolio compuesto de dos activos, separando tres casos de correlación.

Figura 1: Frontera de Inversión para dos activos en distintos casos de correlación



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura anterior, para el caso de una correlación perfectamente inversa, existe una solución con la cual se puede llevar la volatilidad del portafolio a cero (la solución matemática para este ejemplo se encuentra en la sección uno de Anexos).

Es importante recordar que el mejor portafolio dentro de las posibilidades de inversión depende de la aversión al riesgo del inversionista.

II.2 Modelo de selección de carteras de Markowitz

El modelo de Markowitz publicado en 1952 fue el primer modelo formal de selección de portafolio, que lleva los principios de la diversificación, esto le valió el premio Nóbel en 1990. Su modelo es básicamente la construcción de la frontera eficiente de inversión.

La idea detrás del modelo es que para un nivel de riesgo solo estaremos interesados en la cartera con mayor nivel de retorno; visto de otra forma, la frontera minimiza la volatilidad para un nivel dado de retorno para el portafolio.

El primer paso para encontrar la frontera es determinar distintos niveles de retorno exigido, luego se buscará el portafolio con la menor varianza posible que cumpla con esa exigencia (se puede resolver también utilizando la aproximación de máximo retorno para una volatilidad dada, llegando a los mismos resultados).

Al completar este paso se tiene la solución del problema, dado que el programa entregará las proporciones de cada activo en la cartera w_i , el retorno esperado $E(r_p)$, y la volatilidad esperada σ_p .

Esta forma de resolución del problema no incluye ninguna restricción adicional, las que se pueden agregar al modelo. Ejemplo de restricción puede ser que el inversionista no pueda realizar una venta corta (endeudarse en un activo para poder invertir en otro). Para un inversionista con esta restricción se deberá agregar en la modelación una restricción que obligue a los pesos de cada activo a ser mayores a cero en todo momento. En el caso de esta restricción, un activo solitario puede ser eficiente; por ejemplo, el activo con la mayor rentabilidad será un portafolio eficiente debido a que sin la opción de realizar ventas cortas la única manera de tener ese resultado será tener solo ese activo.

Existen otras restricciones que se pueden colocar dependiendo del inversionista, por ejemplo, algún inversionista puede tener una restricción sobre máxima exposición a un solo activo, entre otras.

El agregar restricciones al modelo generará una menor rentabilidad posible para un mismo nivel de riesgo, es decir, la frontera eficiente sin restricciones será la envolvente de las fronteras.

Como marco teórico para el análisis de carteras se utilizara la metodología de Markowitz, quien, afirma que el riesgo de la cartera depende de las varianzas covarianzas de los activos que la forman. La idea central es mezclar en el portafolio activos que no estén completamente correlacionados de tal manera de disminuir la varianza sin sacrificar rentabilidad.

A continuación se mostrará la forma matemática del modelo. En primer lugar se definen:

- R_i = Rentabilidad esperada del activo "i".
- σ_i = Volatilidad del activo i
- R_p = Retorno esperado del portafolio.
- σ_p = Volatilidad esperada del portafolio.
- ρ_{ij} = Coeficiente de correlación entre los activos "i", "j"
- w_i = Proporción de riqueza invertida en el activo "i"
- n = Número de activos en el portafolio.

Con lo que, la optimización a realizar es:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \sigma_p \\ & \text{S.A.} \\ & R_p = \text{CTE} \\ & \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{aligned}$$

Donde la constante es el nivel buscado de rentabilidad para el portafolio de activos.

II.3 Modelo CAPM

El modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) fue desarrollado por William Sharpe, John Lintner y Jan Mossin 12 años después que Markowitz realizara su modelo.

El principal supuesto de este modelo es que todos son tan parecidos como es posible, con diferencias en su riqueza inicial, y su nivel de aversión al riesgo. A continuación se enumerará la lista de supuestos que lleva el modelo CAPM:

1. Existe un gran número de inversionistas, cada uno de ellos tiene un nivel de riqueza que al ser comparada con el total del mercado, es muy pequeña. Los inversionistas son tomadores de precio, en el sentido que actúan de tal manera que los precios no se afectaran por sus acciones.
2. Todos los inversionistas planean por un período idéntico de inversión. Este comportamiento ignora lo que podría ocurrir al finalizar el período.
3. Los inversionistas están limitados al universo de activos financieros comercializados abiertamente. Esto indica que las inversiones en capital humano (entre otras), no son consideradas.
4. Los inversionistas no pagan costos de transacción o impuestos a sus utilidades.
5. Los inversionistas son racionales y desean minimizar la varianza de su portafolio.

- Los inversionistas analizan los activos de la misma forma, y comparten la misma visión económica del mundo. Esto indica que si todos los inversionistas tienen el mismo input de datos de precios, todos llevarán los mismos números a su modelo de Markowitz.

Este set de supuestos no lleva consigo una gran parte de la “realidad” del funcionamiento mundial. En particular el supuesto de los impuestos (supuesto número 4) puede tener problemas, dado que en realidad los inversionistas pueden tener distintos tipos de impuestos para distintos tipos de activos, o que estos se den de forma distinta si los activos dan rentabilidad en forma de dividendo o de retorno al precio de la acción. Los supuestos dos y seis son también bastante fuertes.

En este hipotético mundo de inversionistas y activos financieros, se puede ver el tipo de equilibrio que existirá:

- Los inversionistas elegirán un portafolio de activos que duplique al portafolio presente en la cartera de Mercado (M), la que incluye todos los activos transados.
- La cartera de Mercado no solo estará en la frontera eficiente, sino que será tangente a la línea de mercado de capitales (que se obtiene desde el activo libre de riesgo). Todos los inversionistas tendrán M como su cartera, difiriendo solo en la cantidad invertida en el activo libre de riesgo.
- El premio por riesgo del mercado será proporcional a su riesgo y al nivel de aversión al riesgo del inversionista representativo.
- El premio por riesgo para los activos será proporcional al premio por riesgo en el portafolio de mercado, M; y el coeficiente beta del activo relativo al mercado. Beta se define como:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2}$$

Por lo que el premio por riesgo en activos individuales es:

$$E(R_i) - R_f = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2} \cdot (E(R_m) - R_f) = \beta_i \cdot (E(R_m) - R_f)$$

Que luego de un pequeño ajuste se puede llevar a la expresión más conocida del CAPM:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \cdot (E(R_m) - R_f)$$

Una demostración detallada de estas implicancias se puede encontrar en el texto “Investments” de Bodie, Kane y Marcus.

La estimación del modelo será mediante regresiones lineales, que serán estimadas por mínimos cuadrados ordinarios. De esta forma, la forma con que se estima el beta es:

$$R_{i,t} = Cte + \beta_i \cdot R_{Mercado,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Los efectos no mostrados en la ecuación quedan dentro de la constante de la regresión. De esta forma, el retorno del activo al que se quiere estimar su beta ("i") es la variable dependiente de la regresión, y el retorno de mercado es la variable independiente.

Los supuestos para realizar esta regresión es que la distribución de los retornos de los activos son estacionarios, de tal manera que el período de muestra pueda entregar una estimación válida de los retornos y volatilidades esperadas.

El Beta se relaciona con los capítulos anteriores de diversificación dado que la pendiente de la regresión (beta), está inversamente relacionada con el poder diversificador del activo en estudio, es decir, si el beta es positivo y se acerca a uno, los beneficios de diversificación de ese activo son menores, pero si este es negativo (y mientras más negativo sea), los beneficios de diversificación de dicho activo serán mayores.

Existen numerosas críticas a este modelo, en particular la llamada "crítica de Roll"¹⁰, quien argumenta que el modelo CAPM nunca ha sido testeado y que probablemente nunca lo sea. El problema radica en que el portafolio de mercado en el corazón del modelo es elusivo tanto teórica como empíricamente. No está claro qué activos pueden ser quitados de la cartera de mercado (por ejemplo, capital humano). Como resultado, los test de CAPM están obligados a tomar proxy's para la cartera de mercado, Roll argumenta que dado que se usan proxy's, y no la "verdadera" cartera de mercado, no se puede aprender sobre CAPM.

II.4 Modelo CAPM extendido

El modelo CAPM no presenta condiciones, lo que puede oscurecer algunos descubrimientos potencialmente útiles. Para capturar algunos de estos efectos, y acomodar algunas propiedades diversificadoras, se estimará una versión modificada de la ecuación clásica de CAPM, agregando otras fuentes de riesgo sistemático. Estas fuentes son los períodos de alta volatilidad, y los períodos de bajo retorno. De esta manera se estudiará la relación del poder de diversificación de los distintos activos con los ciclos económicos (por el lado del retorno y por el lado de la volatilidad de éste). Por lo tanto, el modelo a estimar es de la siguiente forma:

$$R_{i,t} = Cte + \beta_i \cdot R_{Mercado,t} + \gamma_i DummyVol_t + \eta_i DummyRet_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Así, la variable independiente (el retorno del activo "i"), depende ahora del retorno del mercado, y de dos dummy's que se definen para este problema.

En primer lugar, la DummyVol tiene como función capturar el efecto del nivel de volatilidad de mercado, ya que se asume que los inversionistas buscarán mayor nivel de diversificación de sus activos cuando los mercados son turbulentos. Para obtener

¹⁰ The Capital Asset Pricing Model, Eugene Fama y Kenneth French

una noción del nivel de volatilidad de mercado se utilizará un modelo GARCH. La DummyVol entonces tomará un valor igual al retorno de mercado de ese período siempre que la volatilidad sea mayor a dos desviaciones estándar a la media, y tomará un valor igual a cero para los otros casos.

En segundo lugar, la DummyRet se construye para capturar el efecto del nivel de retorno en el mercado, la hipótesis para construir esta dummy es que los inversionistas buscarán un mayor poder de diversificación de sus activos cuando los retornos en el mercado no sean buenos. Esta dummy se construirá tomando un valor igual al retorno de mercado siempre que el retorno en ese período sea menor a dos desviaciones estándar al retorno medio.

El beta de un período entonces, dependerá del valor de la Dummy en ese período, como ejemplo, supongamos que el valor de la DummyVol es igual al retorno mercado para un período t, y el de la DummyRet es igual a cero, entonces, el beta total del activo "i" para dicho período es:

$$R_{i,t} = Cte + \beta_i \cdot R_{Mercado,t} + \gamma_i R_{Mercado,t} + \eta_i \cdot 0 + \varepsilon_i = Cte + (\beta_i + \gamma_i) \cdot R_{Mercado,t}$$

Es decir, el beta del activo i en el período t es $\beta_i + \gamma_i$.

Con lo anterior, se construyen cuatro casos bases para el beta total de los activos, los que se resumen en la siguiente tabla:

Cuadro 3: Valores de beta para cada escenario de estudio

	Volatilidades	
	Estables ($\leq u + 2\sigma$)	Inestables ($> u + 2\sigma$)
Retornos		
Normales ($\geq u - 2\sigma$)	β_i	$\beta_i + \gamma_i$
Malos ($< u - 2\sigma$)	$\beta_i + \eta_i$	$\beta_i + \gamma_i + \eta_i$

Fuente: Financial Analyst Journal, Volumen 62, 2006

De esta forma, las hipótesis básicas que se pueden realizar con respecto al poder diversificador de los metales preciosos es ver el valor del factor que acompaña a cada dummy.

Este modelo de CAPM extendido es similar a un modelo de APT donde los factores sean el retorno de mercado y la volatilidad de mercado. A continuación, se realizará una pequeña reseña del APT y se explicará la razón por la cual se eligió el modelo de CAPM extendido.

II.5 Modelo APT

El modelo de APT (Arbitrage Pricing Theory), al igual que el CAPM, establece una relación entre el retorno esperado y el riesgo, pero usa diferentes técnicas y supuestos.

El supuesto base para el modelo APT es que los mercados en equilibrio quitarán las oportunidades de arbitraje. Una violación de esto generaría una presión muy fuerte aún cuando solo una cantidad limitada de inversionistas descubra dicha violación. Con este supuesto para obtener las relaciones de retorno con el beta del activo para portafolios bien diversificados, el APT no puede negar una violación de la relación para un activo en particular (solo la obliga para un grupo reducido de activos). Para este tipo de relación, se debe usar el modelo CAPM y sus supuestos.

El APT multifactor guarda grandes similitudes con el modelo de CAPM extendido planteado en el capítulo anterior, con la gran diferencia que no permite separar los casos como se estableció anteriormente, sino que se estima la importancia de cada uno de estos factores para todos sus valores, es decir, la estimación típica de un modelo APT (dos factores) es:

$$R_i = E(R_i) + \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + e_i$$

Como se puede apreciar en la ecuación anterior, un problema del modelo APT multifactor es que no entrega guía sobre donde provienen los premios por riesgos del portafolio. En contraste, el CAPM implica que el premio por riesgo del mercado esta determinado por la varianza del mercado y la aversión al riesgo de los inversionistas. Modelos de CAPM extendidos como el presentado en esta sección, tienen una lectura más directa de la implicancia de cada factor, lo que ayudará para concluir de mejor forma las implicancias de diversificación de cada commodity.

II.6 Modelos GARCH

El modelo GARCH es el más utilizado para estimar la varianza condicional de activos financieros, este modelo fue realizado por Robert F. Engle.

El modelo GARCH usa los ratios de retorno histórico como la información para formar las estimaciones de varianza. La forma general del modelo GARCH (p,q), donde p indica hasta que tan “atrás” debe irse en los errores cuadráticos (es decir, hasta que punto los errores pasados son significativos en la nueva estimación), y “q” dice hasta que punto se debe ir en los valores estimados pasados. Matemáticamente se escribe:

$$\sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^p \alpha_i e_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Donde: $\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j < 1, 0 \leq \alpha_i, \beta_j, w > 0$

Para la estimación de volatilidad, se utiliza un GARCH (1,1), lo que significa que la estimación de varianza para cada período depende del nivel previo de estimación, y del último error residual. Por lo tanto, la fórmula de cálculo es:

$$\sigma_t^2 = w + \alpha \cdot e_{t-1}^2 + \beta \cdot \sigma_{t-1}^2$$

Los valores de w, alpha y beta se estiman con los datos históricos.

II.7 Estimador de Eficiencia de Cartera

Para estimar la eficiencia de cartera se utilizará el factor de premio por riesgo, cuya forma funcional es como sigue:

$$\lambda = \frac{\text{Coeficiente de variabilidad de la cartera}}{\text{Coeficiente de variabilidad del mercado}} = \frac{\frac{R_p}{\sigma_p^2}}{\frac{R_M}{\sigma_M^2}} = \frac{R_p}{R_M} \cdot \frac{\sigma_M^2}{\sigma_p^2}$$

Es decir, se estima el excedente de ingreso por cada nivel extra de volatilidad de la cartera, un nivel superior a 1 indicaría una cartera en que se da más retorno por cada nivel de volatilidad de la cartera, mientras que estar bajo ese valor indica lo contrario.

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE COMMODITIES Y PAÍSES

En este capítulo se realizará una descripción de los commodities en estudio junto a una breve reseña. Estas descripciones se separarán en: metales, metales preciosos y granos más energía.

Luego, se realizará una descripción estadística de los commodities y países en estudio, revisando los estadísticos descriptivos más relevantes para ellos, tanto por separado como en conjunto.

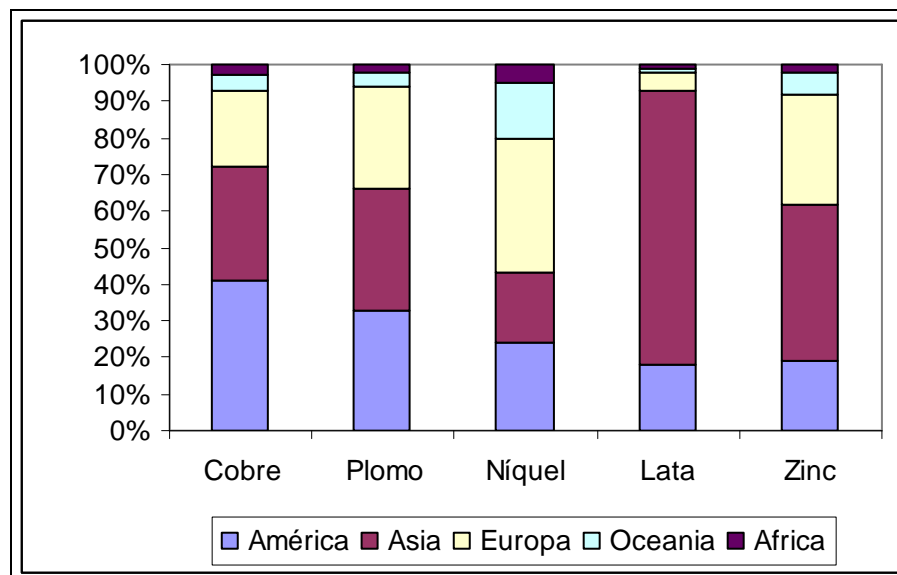
III.1 Descripción de Commodities

En la sección de anexos se encuentra una descripción de los contratos de los distintos commodities. Los contratos cumplen la función de facilitar el intercambio, mostrando las obligaciones de tanto el vendedor como el comprador del commodity.

III.1.1 Descripción de Metales

Los metales normales que serán estudiados durante este trabajo son el cobre, plomo, níquel, lata y zinc. A continuación, se mostrarán los principales sectores que producen cada uno de estos metales

Figura 2: Producción Mundial de Metales



Fuente: LME

La ilustración anterior muestra que la producción de estos metales se encuentra principalmente en América y Asia, mientras que en los otros mercados en general la participación es menor a excepción del níquel.

Entre los países en estudio, el siguiente cuadro muestra (por orden de importancia en producción) a los que se encuentran entre los principales productores de cada metal:

Cuadro 4: Principales productores de metales

Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Chile	China	Canadá	China	China
USA	Australia	USA	Australia	Australia
Australia	USA	China	USA	Canadá
China	Canadá	Australia		USA
Canadá	Suecia			

Fuente: USGS, 2007

Teniendo una noción de donde se producen los metales normales, el siguiente paso es el de averiguar sus principales usos por industrias.

El tener la información de uso por industrias es de gran relevancia para los metales no preciosos, dado que en este caso su precio está determinado por el uso que se le da en las Industrias que los consumen, y muy poco por los players del mercado que no están involucrados directamente en su uso.

Cuadro 5: Consumo Industrial por metal

Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Construcción (48%)	Baterías (71%)	Acero de alta calidad	Soldaduras (32%)	Galvanizado (47%)
Eléctrico (17%)	Pigmentos y otros compuestos (12%)	Aleaciones no metálicas	Placas de lata (27%)	Latón y bronce (19%)
Ingeniería (24%)	Productos rodados (7%)	Otras aleaciones de acero	Otras (17%)	Aleaciones de Zinc (14%)
Transporte (7%)	Municiones (6%)	Electro chapado	Aleaciones (14%)	Químicos (9%)
Otros (4%)	Cables (3%)	Otros, incluyendo químicos (5%)	Estabilizadores de PC's (6%)	Semi manufacturas de Zinc (8%)
	Aleaciones (1%)		Cables (4%)	Otros (3%)

Fuente: LME

El consumo industrial por tipo de commodities y el lugar donde se producen será de utilidad para realizar las conclusiones sobre el poder diversificador de ellos en cada mercado (país).

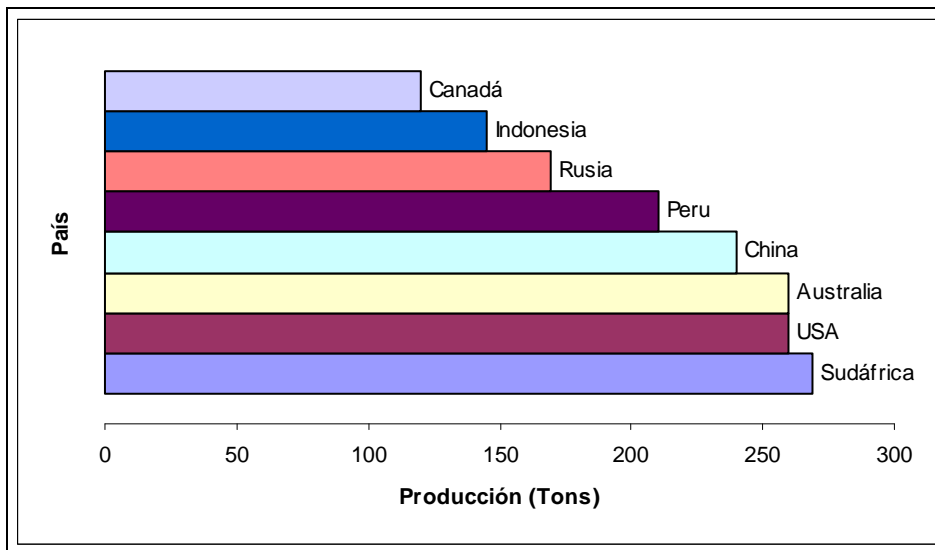
III.1.2 Descripción de Metales Preciosos

Los metales preciosos (en especial el oro) son activos cuyo precio no necesariamente se encuentra relacionado con el uso industrial que se le da a éstos, sino que también porque son activos “seguros”, donde los inversionistas invierten en él por la seguridad que tiene.

A continuación se realizará una revisión sobre los principales productores mundiales para cada metal precioso. Solo se mostrará la información disponible desagregada por país.

Los principales países productores del oro se podrán apreciar en el siguiente gráfico:

Figura 3: Principales productores de Oro

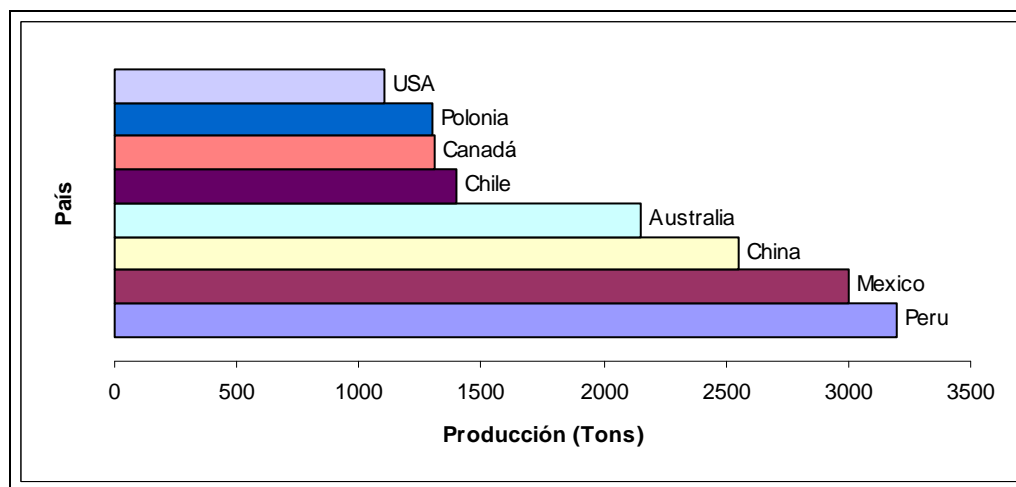


Fuente: USGS, 2007

Los principales productores de oro entre los países en estudio son USA, China y Canadá; los demás países pueden tener producción pero no son de los principales productores mundiales. Es importante recalcar que la producción de los países aquí mostrados representa un 68% de la producción mundial de oro.

El siguiente paso será revisar como se distribuye la producción de la plata:

Figura 4: Principales Productores de Oro

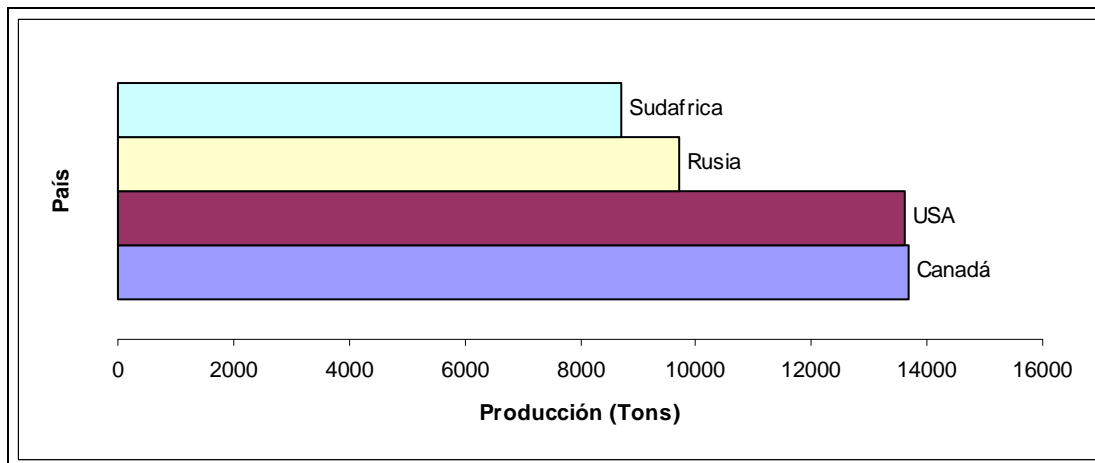


Fuente: USGS, 2007

Los países en estudio que forman parte de los principales productores de plata son Australia, Chile, Canadá y USA. Los países aquí mostrados representan un 82% de la producción mundial de este metal.

Finalmente, se revisarán los principales productores de paladio a nivel mundial.

Figura 5: Principales productores de Paladio



Fuente: USGS, 2007

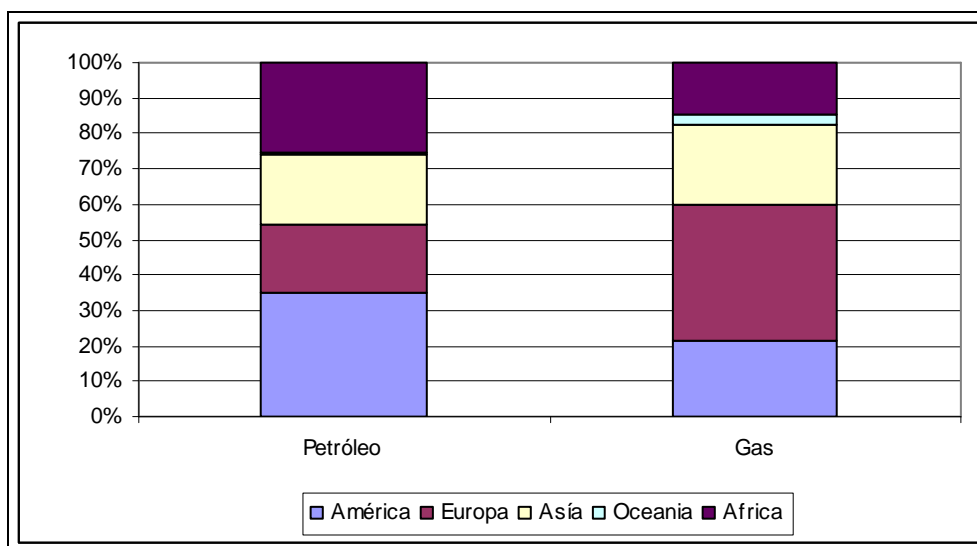
El mercado del paladio se aprecia como uno altamente concentrado, ya que cuatro países poseen el 82% de la producción mundial de este metal. Los países en estudio que participan en su producción son Canadá y Estados Unidos.

III.3.3 Descripción de Energía y granos

En este capítulo se realizará una descripción de la energía y los granos en estudio. En primer lugar se realizará el estudio sobre los commodities de energía.

A continuación se mostrarán las principales reservas de cada tipo de energía por sector mundial.

Figura 6: Principales Reservas de Petróleo y Gas



Fuente: USGS, 2007

Como se puede apreciar las principales reservas de petróleo y gas se encuentran en América y Europa. En el caso del gas natural en la antigua Unión Soviética se encuentra la mayor parte de este activo, por lo que no se debería ver una mayor relación entre el gas y los países Europeos.

Una descripción de los países se encuentra en la sección de anexos, donde se muestra información relevante para cada país en estudio.

III.3 Descripción Estadística de los datos

III.3.1 Introducción

La base de datos de donde proviene la información para el presente informe es "Datastream".

La frecuencia de ellos es diaria, y tiene un rango que va desde enero de 1992 hasta diciembre del 2005, lo cual permite incorporar una cantidad importante de sucesos del mercado, incluyendo crisis como la asiática, el boom de las empresas ".com", los ataques del 11 de Septiembre, entre otros.

Los índices de países provienen de la compañía "Dow Jones Indexes" (la metodología de construcción de dichos índices se encuentra en la sección de Anexos número 4). Esta compañía genera los índices para distintos mercados mundiales, midiéndolos en dólares norteamericanos, permitiendo que los distintos retornos sean comparables. El índice de Chile es de la compañía Morgan Stanley, la diferencia en compañías se debe a que la primera se dedica a realizar índices para mercados desarrollados, mientras que la segunda lo hace para todo tipo de mercados.

Los precios de los commodities también se encuentran en dólares, y con una misma frecuencia y rango de información que la mostrada para los índices de países.

Para poder comparar las bases en estudio y realizar los análisis, se realizó una limpieza de éstas. La principal limpieza ocurrió con los feriados bursátiles, los que tenían en general una similitud bastante amplia entre los índices de países y los de los commodities. La metodología fue la de borrar los días de feriado bursátil, para evitar contaminar la muestra con muchas situaciones de retorno igual a cero.

De esta forma se tuvo una cantidad de 3.585 observaciones por cada activo para la realización de los distintos análisis.

III.3.2 Análisis Estadístico de los Datos

Para la realización de los análisis se trabajará con la serie de retornos logarítmicos de los activos. Se prefiere esta serie a otras debido a su simpleza de uso y su buena aproximación sobre una serie de retornos normal cuando la diferencia de tiempo es muy pequeña.

A continuación se mostrarán los principales estadísticos descriptivos para los países en estudio.

Cuadro 6: Estadísticos descriptivos para los índices de países

Indicadores	Alemania	Australia	Canadá	Chile	HK	Italia	Japón
Observaciones	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585
Media	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,04%	0,03%	0,00%
Desv. Est.	1,44%	1,13%	1,18%	1,17%	1,64%	1,49%	1,50%
Mínimo	-7,86%	-12,73%	-12,12%	-6,23%	-14,49%	-9,37%	-6,80%
Máximo	7,55%	6,97%	5,76%	8,70%	17,16%	8,40%	12,68%
Asimetría	0,16	0,46	0,71	0,11	0,06	0,08	0,36
Excess Kurtosis	7,32	42,77	63,26	13,84	106,97	6,65	11,09
Jarque Bera test ¹¹	1.108,20	6.514,45	9.750,28	2.073,76	15.981,23	996,85	1.733,79
P-value	0,00	-	-	-	-	0,00	-
Indicadores	Holanda	España	Suecia	Suiza	UK	USA	Global
Observaciones	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585
Media	0,03%	0,04%	0,04%	0,04%	0,02%	0,03%	0,02%
Desv. Est.	1,31%	1,25%	1,49%	1,24%	1,12%	1,00%	0,94%
Mínimo	-7,22%	-6,12%	-8,27%	-7,45%	-5,60%	-7,59%	-5,03%
Máximo	6,97%	7,07%	9,52%	8,24%	5,99%	6,15%	5,26%
Asimetría	0,07	0,16	0,04	0,09	0,09	0,26	-0,039
Excess Kurtosis	12,94	5,81	11,83	13,60	5,50	26,02	10
Jarque Bera test	1.935,59	884,49	1.767,79	2.036,34	827,11	3.925,64	1.513
P-value	-	0,00	-	-	0,00	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos "Datastream"

Como se puede observar en el cuadro de estadísticos de países, la media de los retornos es altamente superada por su volatilidad, lo que indica una media estadísticamente no significativa, es decir, no se puede asumir que la media es distinta a cero.

Los máximos mayores se encuentran en los países asiáticos, siendo Hong Kong (con un 17.6%) la bolsa que obtiene el más grande retorno entre las bolsas comparadas para un mismo año. También resulta importante recalcar que es la bolsa que obtiene el menor mínimo de todos los mercados en estudio (con un -14.49%). Esto resulta en que este país tenga la mayor volatilidad del mercado.

Se resalta la asimetría particularmente alta de Canadá, lo que da a pensar que gran parte de su volatilidad se encuentra con retornos por sobre la media. Se debe resaltar también la Kurtosis particularmente alto de Hong Kong, lo que nos habla de unas "colas" en la curva normal particularmente grandes.

La hipótesis de normalidad es rechazada para todos los casos en estudio. Esto no es algo particularmente raro, dado que los retornos se comportan de una manera más ajustada a la curva normal mientras se encuentren de una manera más agregada. Por ejemplo, al tomar retornos en forma semanal la curva se comportaría de forma más normal que de forma diaria, los anuales más que los semanales, etc.

¹¹ El estadístico Jarque Bera tiene una distribución chi cuadrada con dos grados de libertad y puede ser usada para testear la hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal. Se estima en función de los índices de kurtosis y asimetría.

Cuadro 7: Estadísticos descriptivos commodities en estudio

Indicadores	Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Observaciones	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585
Media	0,02%	0,02%	0,02%	0,00%	0,01%
Desv. Est.	1,44%	1,69%	1,90%	1,26%	1,33%
Mínimo	-10,30%	-11,93%	-14,12%	-11,11%	-12,71%
Máximo	15,67%	12,11%	10,66%	6,83%	7,30%
Asimetría	0	-0,11	-0,18	-0,53	-0,57
Excess Kurtosis	63,57	22,23	22,83	52,98	44,08
Jarque Bera test	9.495,77	3.326,79	3.428,79	8.081,11	6.780,08
P-value	-	-	-	-	-
Indicadores	Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas natural
Observaciones	3.585	3.585	3.585	3.585	3.117
Media	0,00%	0,01%	0,00%	0,03%	0,05%
Desv. Est.	1,49%	2,23%	1,75%	2,06%	6,18%
Mínimo	-27,62%	-25,46%	-28,61%	-12,94%	-127,30%
Máximo	8,51%	14,54%	23,30%	14,71%	87,55%
Asimetría	-1,75	-1,78	-1,14	-0,21	-1,42
Excess Kurtosis	1.302,90	338,62	1.298,73	11,05	10.810,24
Jarque Bera test	196.450,63	52.466,73	194.768,54	1.677,22	1.405.034,88
P-value	-	-	-	-	-
Indicadores	Paladio	Plata	Oro	Plata-Fut,	Oro-Fut
Observaciones	3.585	3.585	3.585	3.585	3.585
Media	0,03%	0,02%	0,01%	0,02%	0,01%
Desv. Est.	2,08%	1,54%	0,82%	1,49%	0,82%
Mínimo	-15,49%	-11,20%	-4,60%	-11,84%	-5,67%
Máximo	18,06%	9,91%	9,64%	9,69%	8,89%
Asimetría	0,26	-0,04	1,2	-0,29	0,54
Excess Kurtosis	70,22	23,65	211,95	34,61	106,38
Jarque Bera test	10.530,22	3.533,08	32.515,90	5.218,77	16.065,06
P-value	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos "Datastream"

En el cuadro de estadísticos descriptivos de commodities se puede observar que al igual que en los índices, los retornos de commodities tienen una media igual a cero, y una volatilidad bastante mayor a su retorno, lo que nuevamente indica unas medias que no son estadísticamente significativas.

Los máximos mayores se encuentran con el gas natural (87.55%), y lo mismo ocurre con el menor de los mínimos (-127.4%). Esto nuevamente se traduce en que este activo es el que presenta la mayor volatilidad entre los commodities en estudio.

Las asimetrías para tanto los metales como en los granos y energía son negativos, esto dice que una gran parte de los retornos de estos activos se encuentra por debajo de la media. En el caso de los metales preciosos se encuentra variedad, siendo la plata el único de ellos que tiene un nivel de asimetría negativo, mientras que para el oro y el paladio se observa el caso contrario.

Para el caso de la kurtosis resaltan los altos valores que se encuentran en estos activos al ser comparados con el cuadro anterior. En particular, el alto valor que posee

el gas natural, y los granos en general, están probablemente relacionados a su gran volatilidad, lo que genera una curva normal más ancha de lo “normal”.

Al igual que en el caso de los retornos de índices, para los commodities, la hipótesis de normalidad se ve rechazada fuertemente por el test Jarque Bera.

Es importante mencionar que el caso de gas natural se encuentra con menos datos que los otros activos en estudio en este trabajo, lo cual se debe a la no disponibilidad de más observaciones (sus observaciones comienzan el 3 de Noviembre de 1993).

A continuación se estudiará la correlación entre los activos. En primer lugar, se realizará entre los países en estudio, luego entre los commodities. Finalmente se realizará un estudio sobre la correlación existente entre los commodities en estudio y los países.

Con esto se podrá tener una primera impresión sobre el poder diversificador de estos activos que se estarían agregando a la cartera de inversión, y se verá el estado actual de diversificación de un inversionista que solo se dedica a las acciones de distintos mercados.

Cuadro 8: Correlación retorno índices de países

	Australia	Canadá	Alemania	Hong Kong	Italia	Japón	Holanda
Australia	1,00	0,23	0,27	0,37	0,25	0,33	0,30
Canadá	0,23	1,00	0,37	0,18	0,28	0,14	0,32
Alemania	0,27	0,37	1,00	0,29	0,63	0,23	0,79
Hong Kong	0,37	0,18	0,29	1,00	0,22	0,31	0,30
Italia	0,25	0,28	0,63	0,22	1,00	0,19	0,64
Japón	0,33	0,14	0,23	0,31	0,19	1,00	0,26
Holanda	0,30	0,32	0,79	0,30	0,64	0,26	1,00
España	0,27	0,33	0,67	0,24	0,63	0,21	0,70
Suecia	0,32	0,35	0,62	0,28	0,56	0,25	0,66
Suiza	0,27	0,28	0,73	0,26	0,59	0,27	0,79
Inglaterra	0,27	0,33	0,65	0,27	0,56	0,23	0,72
Chile	0,19	0,30	0,27	0,21	0,24	0,09	0,28
USA	0,10	0,56	0,35	0,12	0,23	0,06	0,30
		España	Suecia	Suiza	Inglaterra	Chile	USA
Australia		0,27	0,32	0,27	0,27	0,19	0,10
Canadá		0,33	0,35	0,28	0,33	0,30	0,56
Alemania		0,67	0,62	0,73	0,65	0,27	0,35
Hong Kong		0,24	0,28	0,26	0,27	0,21	0,12
Italia		0,63	0,56	0,59	0,56	0,24	0,23
Japón		0,21	0,25	0,27	0,23	0,09	0,06
Holanda		0,70	0,66	0,79	0,72	0,28	0,30
España		1,00	0,57	0,65	0,60	0,30	0,26
Suecia		0,57	1,00	0,61	0,59	0,27	0,29
Suiza		0,65	0,61	1,00	0,66	0,25	0,24
Inglaterra		0,60	0,59	0,66	1,00	0,27	0,31
Chile		0,30	0,27	0,25	0,27	1,00	0,31
USA		0,26	0,29	0,24	0,31	0,31	1,00

Fuente: Elaboración propia con datos “Datastream”

El cuadro de correlación entre índices de países muestra que existe un nivel de correlación no despreciable entre ellos, esto indica que el nivel de diversificación alcanzable al utilizar estos activos no es alto (es decir, la curva de inversión no tendrá un gran movimiento hacia su izquierda, lo que es lo mismo a decir que no permitirá una gran baja de la volatilidad).

Resulta interesante recalcar que entre todos los países europeos en estudio se encuentra en general un alto nivel de correlación (superior al 0.5), lo mismo ocurre al comparar los dos países de América del Norte que se están considerando. Los países asiáticos, Australia y Chile presentan niveles bajos de correlación con todos los otros mercados¹².

Cuadro 9: Correlaciones entre commodities

	Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc	Paladio	Plata	Oro
Cobre	1,00	0,44	0,45	0,36	0,49	0,07	0,16	0,13
Plomo	0,44	1,00	0,41	0,35	0,52	0,03	0,14	0,12
Níquel	0,45	0,41	1,00	0,38	0,44	0,05	0,16	0,11
Lata	0,36	0,35	0,38	1,00	0,37	0,04	0,12	0,08
Zinc	0,49	0,52	0,44	0,37	1,00	0,03	0,13	0,11
Paladio	0,07	0,03	0,05	0,04	0,03	1,00	0,18	0,17
Plata	0,16	0,14	0,16	0,12	0,13	0,18	1,00	0,61
Oro	0,13	0,12	0,11	0,08	0,11	0,17	0,61	1,00
Maíz	0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,04	0,01	0,02
Granos	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02
Trigo	0,01	-0,01	0,03	0,00	-0,00	0,03	0,02	0,02
Plata-Fut	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,18	0,21	0,09
Oro-Fut	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,16	0,17	0,21
Petróleo	0,00	0,02	0,05	0,03	0,02	-0,00	0,04	0,03
Gas Natural	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,06
		Maíz	Granos	Trigo,	Plata-Fut,	Oro-Fut,	Petróleo	Gas Natural
Cobre		0,01	0,03	0,01	0,06	0,05	0,00	0,01
Plomo		-0,01	0,01	-0,01	0,04	0,05	0,02	0,03
Níquel		0,01	0,01	0,03	0,06	0,05	0,05	0,01
Lata		-0,01	0,01	0,00	0,04	0,04	0,03	0,02
Zinc		-0,01	0,01	-0,00	0,06	0,05	0,02	0,02
Paladio		0,04	0,03	0,03	0,18	0,16	-0,00	0,03
Plata		0,01	0,02	0,02	0,21	0,17	0,04	0,05
Oro		0,02	0,02	0,02	0,09	0,21	0,03	0,06
Maíz		1,00	0,42	0,46	0,11	0,08	0,00	0,01
Granos		0,42	1,00	0,27	0,10	0,07	0,02	0,01
Trigo		0,46	0,27	1,00	0,09	0,07	-0,00	0,01
Plata-Fut		0,11	0,10	0,09	1,00	0,60	0,08	-0,00
Oro-Fut.		0,08	0,07	0,07	0,60	1,00	0,07	0,00
Petróleo		0,00	0,02	-0,00	0,08	0,07	1,00	-0,01
Gas Natural		0,01	0,01	0,01	-0,00	0,00	-0,01	1,00

Fuente: Elaboración propia con datos "Datastream"

Como se puede apreciar en la tabla de correlación entre commodities, las correlaciones que presentan estos activos son bastante bajas en promedio. Incluso, en el caso de comparar los retornos spot y futuros del oro o de la plata, su correlación no

¹² Como "rule of thumb" se considerará una correlación sobre 0,5 como una correlación alta

supera el 0.21, lo cual indica que son activos con un comportamiento muy distinto y que existen claras diferencias entre ellos para los inversionistas.

Los únicos casos con correlaciones sobre 0.5, son los del plomo con el zinc y los del oro con la plata. Ambos casos representan un mismo “tipo” de commodity, en el sentido que son metales y metales preciosos, respectivamente.

Es posible también apreciar que existen correlaciones negativas entre los commodities en estudio, lo que puede ser un primer indicio del gran poder diversificador que estos activos pueden tener. En particular, este nivel de correlación se puede apreciar en los granos y la energía con otros commodities más establecidos, como es el caso de los metales.

A continuación se revisará la correlación entre los países en estudio y los commodities:

Cuadro 10: Correlación entre índices de países y commodities

	Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc	Paladio	Plata	Oro
Australia	0,09	0,05	0,10	0,07	0,09	0,04	0,04	0,00
Canadá	0,01	0,01	0,05	0,01	0,02	0,06	0,05	0,04
Alemania	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03
HK	0,04	0,01	0,03	0,03	0,03	-0,00	0,02	0,01
Italia	0,01	0,01	0,03	0,00	0,01	0,02	-0,00	-0,00
Japón	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,01	0,00
Holanda	0,00	0,03	0,02	-0,00	0,01	0,03	0,01	-0,01
España	-0,01	0,01	0,03	-0,00	0,00	0,03	0,01	0,01
Suecia	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,03	0,01	0,00
Suiza	0,01	0,02	0,03	0,01	-0,00	0,03	0,01	-0,01
UK	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,04	0,01	0,01
Chile	0,05	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,01
USA	-0,01	0,00	0,00	-0,02	-0,01	0,02	-0,01	-0,01
	Maiz	Granos	Trigo	Plata-Fut	Oro-Fut	Petróleo	Gas Natural	
Australia	0,03	0,03	0,05	0,09	0,08	0,00	0,00	
Canadá	0,01	-0,01	0,01	0,06	0,06	0,02	0,01	
Alemania	0,00	-0,01	0,03	0,00	-0,01	-0,02	-0,02	
HK	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	-0,01	0,01	
Italia	0,00	-0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	-0,02	
Japón	0,02	0,02	0,04	0,05	0,03	-0,01	-0,00	
Holanda	0,01	-0,01	0,02	0,02	-0,00	-0,02	-0,03	
España	0,03	0,01	0,04	0,03	0,03	-0,02	0,00	
Suecia	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	-0,01	-0,02	
Suiza	0,04	0,01	0,05	0,04	0,03	-0,03	-0,02	
UK	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	-0,02	-0,02	
Chile	0,03	-0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	-0,00	
USA	0,00	-0,00	0,01	-0,02	-0,04	0,01	-0,01	

Fuente: Elaboración propia con datos “Datastream”

Al revisar las correlaciones entre commodities e índices de países se puede apreciar que el nivel que existe no es alto, en ningún caso supera el valor de 0.5, y en una gran cantidad de situaciones se cuenta con un nivel de correlación negativo.

Solo cuatro commodities no tienen un nivel de correlación negativo con algún país, estos son el plomo, el níquel, el maíz y el trigo.

El gas natural es el activo que presenta el mayor número de países con correlación negativa, seguido por el petróleo. Esto podría deberse a que las alzas en precios de la energía puede impactar en forma negativa los mercados en general, lo que hace que los buenos rendimientos en estos activos se traduzcan en peores rendimientos para los mercados de cada país.

CAPITULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se realizará el desarrollo del trabajo en sí, utilizando las herramientas mostradas en el marco conceptual.

Este capítulo comienza con la descripción del resultado de la investigación por metodología de carteras de Markowitz, donde se mostrará que una cartera eficiente debiera incluir commodities como activos. La construcción de estas carteras fue realizada con el software Excel, utilizando el complemento solver.

Luego se mostrarán los resultados de estudio de CAPM clásico, donde se podrá ver el poder diversificador de cada commodity para los distintos mercados en estudio.

Finalmente, se podrán ver los resultados del estudio con el modelo de CAPM extendido, los cuales permitirán comprobar o rechazar las hipótesis planteadas en el capítulo de introducción.

Los dos puntos anteriores fueron realizados con el software E-views, con el que se programaron las regresiones que se realizaron (el código se encuentra en la sección de anexos)

IV.1 Diversificación por Teoría de Carteras

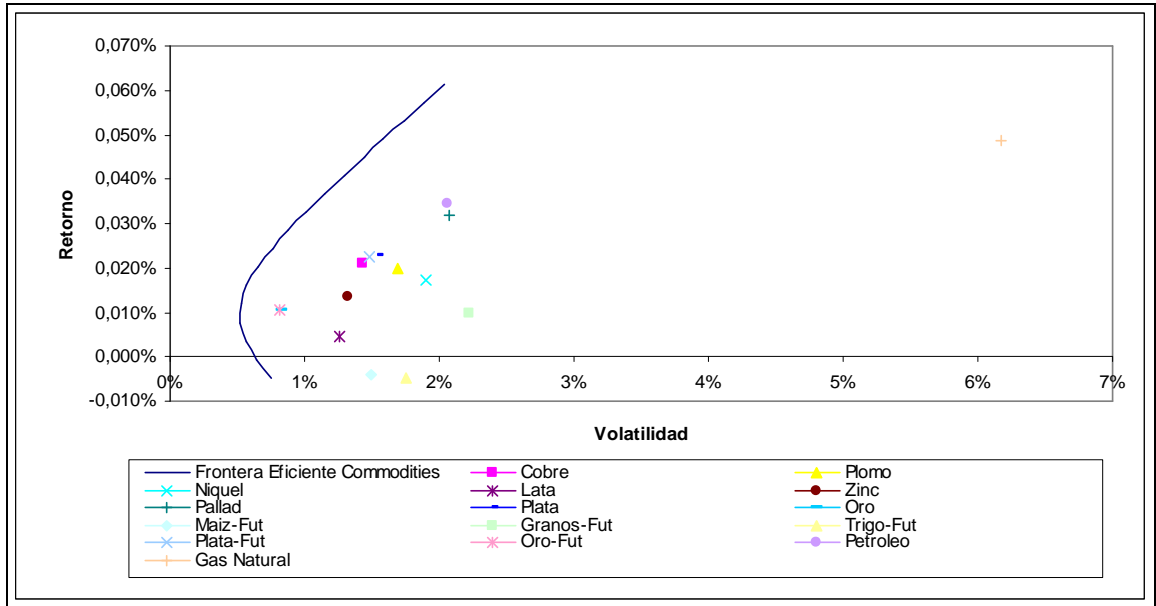
En este capítulo se mostrará, mediante la teoría de carteras, que una cartera eficiente debiera incluir commodities como fuente de diversificación. Para esto, en primer lugar, se construirá la cartera eficiente suponiendo que solo se puede invertir en commodities. Luego, se supondrá que solo se puede invertir en mercados de acciones y se construirá esa cartera eficiente. Finalmente, se construirá la cartera eficiente asumiendo posibilidad de inversión en los dos tipos de activos, y se mostrará la ganancia que un inversionista podría tener en caso de utilizar este tipo de inversión.

IV.1.1 Cartera Eficiente con inversión solo en Commodities

Para efectos de la construcción de la cartera, se consideraron los retornos diarios en un rango de -0.0046% y 0.0615%, en intervalos de 0.0041% para así construir la frontera eficiente con el método de Markowitz.

La combinación de inversión óptima en cada tipo de activos se presenta en la tabla de composición de la cartera eficiente de commodities.

Figura 7: Frontera eficiente commodities y productos individuales



Fuente: Elaboración Propia

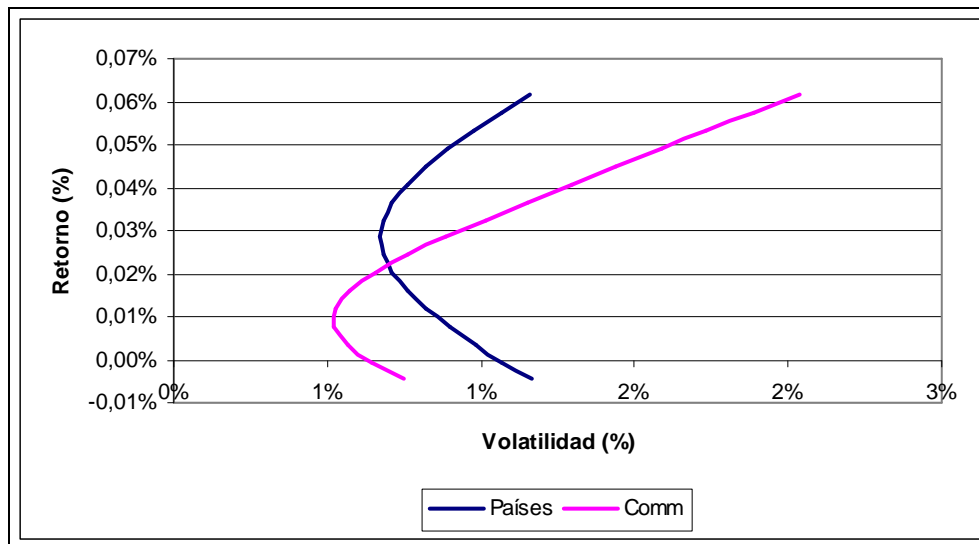
Como se puede observar en la figura 1, la frontera eficiente de commodities envuelve todos los activos que la conforman, y puede llegar a tener una volatilidad bastante más baja que la menor de los activos. Es importante recordar para estos análisis que se está hablando de retornos y volatilidades diarias, por lo que una pequeña disminución diaria en la volatilidad se traduce en una gran reducción en términos anuales.

Se puede apreciar en esta figura como los activos de commodities se distribuyen de la forma mostrada en el capítulo anterior, donde el gas natural es el activo con mayor volatilidad, muy alejado de los demás.

El siguiente paso es comparar esta frontera eficiente de inversión con la frontera que se obtendría al invertir solo en los países en estudio.

En la siguiente figura se mostrará la frontera eficiente de los commodities mostrada anteriormente, además de la frontera eficiente que se construye al tener una cartera que solo incluya los índices de acciones.

Figura 8: Comparación fronteras eficientes commodities e índices



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la figura 8, la frontera eficiente de Commodities presenta mejores resultados para rentabilidades bajas. Esto hace pensar que inversionistas muy adversos al riesgo podrían estar interesados en invertir en este tipo de activos en lugar del mercado bursátil, escogiendo la posibilidad de menor volatilidad.

Esto tiene dos aristas, en primer lugar, está relacionado con la clásica noción de invertir en activos físicos para apalear el riesgo de otros mercados, pero va en contra de la intuición en el sentido que los activos con mayor volatilidad eran los commodities, por lo que el que esta cartera sea la que encuentra la menor volatilidad para esos casos resulta paradójico.

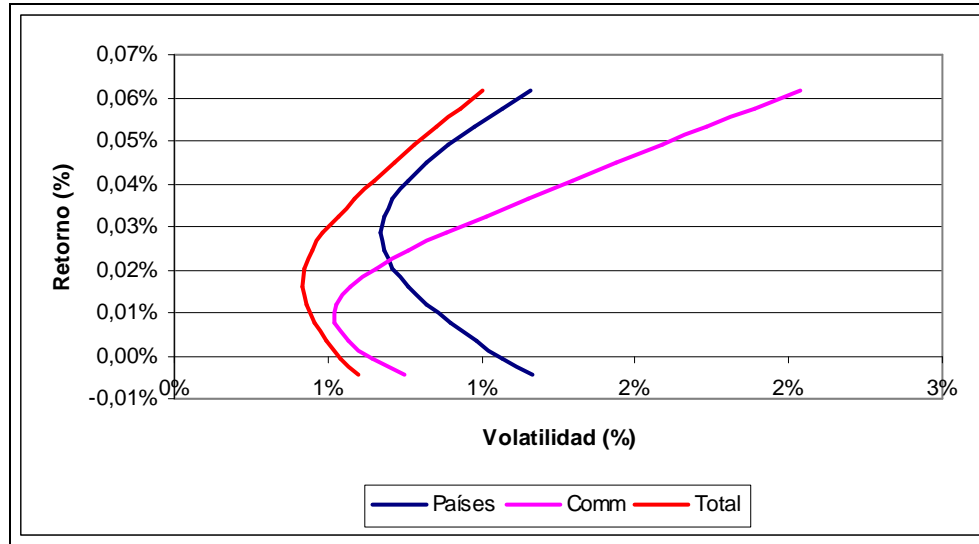
Este resultado es similar al encontrado en un trabajo realizado sobre la Bolsa Agrícola de Chile, donde se estudió la frontera eficiente entre activos de la bolsa agrícola (cuyo comportamiento es similar al de los commodities) y acciones de la bolsa chilena (cuyo comportamiento es similar al de los índices accionarios).

Como la forma de las curvas esta altamente relacionada con la correlación de los activos que la componen, la curva de países tiene una forma menos ovalada que la curva de commodities, en la que se puede observar una clara entrada. Esto concuerda con los datos mostrados en el capítulo anterior, donde se mostró que las correlaciones entre países eran mayores que las correlaciones entre commodities.

IV.1.2 Cartera Eficiente con inversión con todas las posibilidades

El último paso es el de comparar que sucedería el mezclar ambas carteras de inversión y generar una nueva frontera eficiente, que incluya tanto a los países en estudio como a los commodities.

Figura 9: Comparación fronteras eficientes



Fuente: Elaboración Propia

Al colocar en la cartera de inversión ambos tipos de activo, la nueva frontera eficiente de inversión envuelve a las dos fronteras anteriores. Esto indica que con la nueva cartera para un mismo nivel de retorno de la cartera anterior se puede obtener un menor nivel de volatilidad.

A continuación se revisará el peso en la cartera de cada tipo de commodity, para descubrir en qué rangos de inversión son más relevantes.

1. Participación de Metales en la Cartera

Cuadro 11: Participación de metales en la cartera eficiente

Retorno	Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
-0,0046%	-1,50%	-2,19%	-1,23%	16,17%	7,52%
-0,0005%	-0,75%	-1,70%	-1,23%	14,44%	6,95%
0,0036%	0,00%	-1,22%	-1,24%	12,68%	6,40%
0,0078%	0,77%	-0,74%	-1,24%	10,91%	5,84%
0,0119%	1,52%	-0,25%	-1,25%	9,16%	5,28%
0,0160%	2,29%	0,23%	-1,26%	7,42%	4,72%
0,0202%	3,04%	0,72%	-1,26%	5,65%	4,17%
0,0243%	3,79%	1,20%	-1,27%	3,90%	3,62%
0,0284%	4,55%	1,69%	-1,27%	2,14%	3,06%
0,0325%	5,30%	2,18%	-1,28%	0,39%	2,51%
0,0367%	6,05%	2,66%	-1,28%	-1,35%	1,96%
0,0408%	6,81%	3,15%	-1,29%	-3,11%	1,41%
0,0449%	7,56%	3,63%	-1,29%	-4,86%	0,85%
0,0491%	8,32%	4,12%	-1,30%	-6,62%	0,30%
0,0532%	9,08%	4,60%	-1,31%	-8,37%	-0,26%
0,0573%	9,83%	5,09%	-1,31%	-10,13%	-0,81%
0,0615%	10,59%	5,57%	-1,32%	-11,84%	-1,36%

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la tabla, los activos con menor participación en bajos retornos son el cobre, plomo y níquel, mientras que la lata y el zinc tienen participaciones significativas en este nivel. En retornos más altos, la situación cambia, en estos casos el cobre y el plomo presentan los más altos niveles de participación en la cartera, mientras que los otros tienen niveles bajos.

Esta situación esta altamente correlacionada con la forma en que cada activo se comporta.

2. Participación de metales preciosos en la cartera eficiente.

Cuadro 12: Participación de metales preciosos en la cartera eficiente

Retorno	Paladio	Plata	Oro	Plata-Fut	Oro-Fut
-0,0046%	-2,44%	-9,91%	36,55%	-7,64%	35,54%
-0,0005%	-1,75%	-8,74%	34,04%	-6,58%	32,69%
0,0036%	-1,07%	-7,58%	31,58%	-5,51%	29,81%
0,0078%	-0,40%	-6,41%	29,16%	-4,44%	26,91%
0,0119%	0,28%	-5,25%	26,70%	-3,37%	24,02%
0,0160%	0,96%	-4,09%	24,25%	-2,30%	21,10%
0,0202%	1,64%	-2,92%	21,78%	-1,22%	18,23%
0,0243%	2,32%	-1,76%	19,32%	-0,14%	15,33%
0,0284%	3,00%	-0,60%	16,86%	0,93%	12,44%
0,0325%	3,68%	0,57%	14,40%	2,00%	9,54%
0,0367%	4,38%	1,72%	11,90%	3,08%	6,65%
0,0408%	5,06%	2,88%	9,44%	4,16%	3,76%
0,0449%	5,74%	4,05%	6,98%	5,23%	0,87%
0,0491%	6,43%	5,21%	4,52%	6,30%	-2,03%
0,0532%	7,11%	6,37%	2,06%	7,38%	-4,92%
0,0573%	7,79%	7,53%	-0,40%	8,45%	-7,81%
0,0615%	8,43%	8,74%	-2,91%	9,52%	-10,72%

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, la participación de los metales preciosos es muy alta para el oro cuando se tienen rentabilidades bajas, pero esta participación cae mientras la rentabilidad exigida al portafolio aumenta.

En el caso de la plata y del paladio, estos tienen un comportamiento contrario al oro, subiendo su participación en la cartera a lo largo que sube la rentabilidad exigida.

3. Participación de granos y energía en la cartera eficiente.

Cuadro 13: Participación de granos y energía en la cartera eficiente

Retorno	Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natural
-0,0046%	12,55%	-0,57%	6,05%	-0,75%	-0,32%
-0,0005%	10,98%	-0,28%	5,31%	0,03%	-0,18%
0,0036%	9,43%	0,00%	4,57%	0,81%	-0,03%
0,0078%	7,90%	0,28%	3,82%	1,60%	0,12%
0,0119%	6,35%	0,56%	3,07%	2,38%	0,26%
0,0160%	4,82%	0,84%	2,33%	3,17%	0,41%
0,0202%	3,27%	1,12%	1,59%	3,95%	0,55%
0,0243%	1,72%	1,40%	0,84%	4,74%	0,70%
0,0284%	0,18%	1,68%	0,10%	5,52%	0,84%
0,0325%	-1,37%	1,96%	-0,65%	6,31%	0,99%
0,0367%	-2,92%	2,25%	-1,39%	7,09%	1,14%
0,0408%	-4,47%	2,53%	-2,13%	7,87%	1,28%
0,0449%	-6,01%	2,81%	-2,88%	8,66%	1,43%
0,0491%	-7,55%	3,09%	-3,62%	9,44%	1,57%
0,0532%	-9,10%	3,37%	-4,36%	10,23%	1,72%
0,0573%	-10,65%	3,65%	-5,11%	11,01%	1,87%
0,0615%	-12,18%	3,92%	-5,85%	11,82%	2,01%

Fuente: Elaboración Propia

Los granos y la energía son los commodities que presentan el menor grado de importancia en la cartera eficiente de inversión. Esta situación no incluye al petróleo, el que se encuentra con altas participaciones a lo largo de la cartera, en especial, para niveles altos de retorno.

Como se puede apreciar en los tres puntos anteriores, la participación de los distintos commodities en la cartera eficiente de inversión no es menor, y el incluirlos implica una potencial ganancia para los inversionistas al tener más posibilidades de diversificación.

El punto anterior puede ser ejemplificado asumiendo a un inversionista dispuesto a tener una volatilidad diaria de 0.67% (es decir, no está dispuesto a un nivel mayor de riesgo en promedio), al invertir solo en índices de países (que representan a las acciones), tendría un retorno anual¹³ de 10,2%, mientras que si invierte en una cartera que incluye a los commodities, tendría un retorno anual de 14,7%¹⁴.

IV.2 Estudio CAPM para commodities

En este capítulo se estudiarán los distintos commodities utilizando la metodología de CAPM. Los análisis se ordenarán por lugar geográfico (Europa, América, Asia y Oceanía) y por tipos de commodities (metales, metales preciosos, granos y energía).

El formato de los cuadros resúmenes será mostrar el valor encontrado para cada regresión, seguido por el estadístico t de cada uno de ellos.

¹³ Se asume la forma ACT 360 para el cálculo de rentabilidad anual.

¹⁴ No se contabiliza la ganancia por la inclusión del activo libre de riesgo, esto por simplicidad del análisis

IV.2.1 Estudio de Metales

Las siguientes tablas muestran la estimación del modelo CAPM para cada uno de los metales con respecto a su sector geográfico respectivo.

Cuadro 14: Propiedades de diversificación de los metales para América

		Metales				
		Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Canadá	C	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001
		0,8520	0,6875	0,4659	0,1953	0,5705
	Beta CAN	0,0179	0,0108	0,0754	0,0155	0,0257
	DW ¹⁵	0,8765	0,4507	2,8035	0,8692	1,3691
		2,1600	2,1880	2,0370	2,1620	2,1090
Chile	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8022	0,6692	0,4891	0,1924	0,5618
	Beta CHIL	0,0673	0,0328	0,0688	0,0219	0,0399
	DW	3,2831	1,3587	2,5369	1,2187	2,1103
		2,1600	2,1900	2,0340	2,1620	2,1110
USA	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001
		0,8939	0,7007	0,5404	0,2557	0,6267
	Beta USA	-0,0115	0,0001	0,0072	-0,0215	-0,0104
	DW	-0,4778	0,0020	0,2250	-1,0198	-0,4700
		2,1570	2,1870	2,0290	2,1590	2,1080

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior se puede apreciar que el nivel de significancia del beta de cada commodity guarda cierta relación con la importancia del país dentro de la producción del mismo, donde se tiene que Canadá es un gran productor de Níquel, y Chile el más grande de cobre. Los betas de estos metales no muestran un gran poder diversificador, siendo en todos los casos para ambos países mayores que cero.

Además, se tiene que en USA los metales no tienen significancia estadística, pero se puede apreciar que los betas parecerían mostrar un mayor poder de diversificación que en los otros países.

¹⁵ Se refiere al estadístico de Durbin Watson, utilizado para medir la presencia de autocorrelación en los residuales de la regresión

Cuadro 15: Propiedades de diversificación de los metales para Europa

		Metales				
		Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Alemania	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8760	0,6888	0,5198	0,2078	0,6019
	BETA ALE	0,0017	0,0119	0,0315	0,0097	0,0070
		0,0993	0,6078	1,4255	0,6600	0,4538
	DW	2,1500	2,1890	2,0310	2,1610	2,1080
España	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8969	0,6783	0,4940	0,2244	0,6038
	BETA ESP	-0,0127	0,0177	0,0479	-0,0020	0,0043
		-0,6589	0,7823	1,8809	-0,1199	0,2422
	DW	2,1600	2,1890	2,0320	2,1590	2,1080
Holanda	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8727	0,6563	0,5132	0,2221	0,6000
	BETA HOL	0,0037	0,0377	0,0331	-0,0007	0,0072
		0,2021	1,7552	1,3704	-0,0448	0,4268
	DW	2,1600	2,1910	2,0310	2,1590	2,1080
Italia	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8723	0,6859	0,5112	0,2198	0,6005
	BETA ITA	0,0048	0,0150	0,0418	0,0009	0,0082
		0,3015	0,7962	1,9658	0,0659	0,5507
	DW	2,1600	2,1890	2,0300	2,1600	2,1080
Suecia	C	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001
		0,8157	0,6209	0,4651	0,1772	0,5398
	BETA SUE	0,0362	0,0547	0,0639	0,0222	0,0381
		2,2523	2,8985	3,0064	1,5738	2,5690
	DW	2,1600	2,1950	2,0380	2,1640	2,1160
Suiza	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8654	0,6666	0,4915	0,2053	0,6207
	BETA SUI	0,0072	0,0236	0,0440	0,0081	-0,0054
		0,3718	1,0352	1,7134	0,4729	-0,2991
	DW	2,1590	2,1900	2,0310	2,1610	2,1060
UK	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8539	0,6661	0,5112	0,2160	0,6027
	BETA UK	0,0276	0,0471	0,0562	0,0050	0,0087
		1,2868	1,8705	1,9829	0,2642	0,4421
	DW	2,1610	2,1920	2,0310	2,1610	2,1080

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en el caso anterior, los resultados de estas estimaciones nos dicen que la significancia estadística de la mayoría de las estimaciones es cero, y en ninguna de las estimaciones el beta encontrado supera a 0.1.

Suecia es el país que muestra el mayor nivel de significancia para los metales en estudio.

Cuadro 16: Propiedades de diversificación de los metales para Asia y Oceanía

		Metales				
		Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Australia	C	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001
		0,7331	0,6164	0,3859	0,1075	0,4633
	BETA AUST	0,1110	0,0754	0,1633	0,0751	0,1037
		5,2280	3,0143	5,8225	4,0252	5,2964
	DW	2,1700	2,1940	2,0450	2,1670	2,1260
Hong Kong	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8264	0,6895	0,5024	0,1787	0,5672
	BETA HK	0,0347	0,0090	0,0405	0,0248	0,0271
		2,3673	0,5195	2,0893	1,9234	1,9990
	DW	2,1600	2,1880	2,0320	2,1620	2,1110
Japon	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001
		0,8768	0,6998	0,5461	0,2178	0,6079
	BETA JAP	0,0145	0,0158	0,0316	0,0286	0,0327
		0,9063	0,8394	1,4942	2,0425	2,2212
	DW	2,1600	2,1890	2,0320	1,1630	2,1140

Fuente: Elaboración Propia

En este caso se puede apreciar que Australia posee un nivel menor de poder de diversificación, todos los betas son mayores que cero, incluso se encuentran algunos con valores superiores a 0.1. Además, es importante mencionar que, en todos los casos, los betas tienen altos niveles de significancia estadística, lo cual puede deberse a que Australia es un país con una economía fuertemente vinculada a la minería y es productor de cualquiera de estos metales.

Tanto Hong Kong como Japón presentan niveles de relevancia estadística para algunos de sus metales, pero ninguno de sus betas logra un valor relativamente grande, es decir, no superan el 0,1.

Como resumen a los análisis aquí realizados se puede decir que los betas encontrados son, en su mayoría, estadísticamente no significativos. Además, los valores encontrados para ellos no reflejan un gran poder de diversificación que justifique el que se diga que los commodities pueden ayudar a diversificar fuertemente la cartera.

IV.2.2 Estudio de Metales Preciosos

Ahora se revisará como los metales preciosos pueden tener un impacto diversificador en distintos mercados financieros.

Cuadro 17: Propiedades de diversificación de los metales preciosos para América

		Metales Preciosos				
		Plata	Oro	Plata-F	Oro-F	Paladio
Canadá	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8073	0,6898	0,7986	0,6720	0,8107
	BETA CAN	0,0642	0,0310	0,0750	0,0419	0,1088
	DW	2,9374	2,6571	3,5638	3,6176	3,7008
Chile	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8535	0,7558	0,8645	0,7451	0,8692
	BETA CHIL	0,0375	0,0059	0,0347	0,0163	0,0630
	DW	1,7042	0,5051	1,6323	1,3945	2,1244
USA	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,9152	0,7933	0,9356	0,8611	0,8848
	BETA USA	-0,0169	-0,0105	-0,0243	-0,0334	0,0343
	DW	-0,6528	-0,7575	-0,9766	-2,4400	0,9855
		2,1210	2,1250	2,0270	2,0390	1,8420

Fuente: Elaboración Propia

En este caso se puede apreciar que los betas de Canadá son todos estadísticamente significativos para los distintos metales preciosos, y su valor es positivo y no mayor a 0,1 para todos los casos menos el paladio (que se encuentra muy cercano a ese valor).

La mayor cantidad de betas en el caso chileno no son significativos, excepto para el caso del paladio y la plata (tanto spot como futura). Aún en estos casos el beta no muestra un gran poder diversificador para estos activos.

Al igual que con los metales, Estados Unidos posee una gran cantidad de betas negativos, en este caso uno de ellos es significativo al 5%.

Cuadro 18: Propiedades de diversificación de los metales preciosos para Europa

		Metales Preciosos				
		Plata	Oro	Plata-F	Oro-F	Paladio
Alemania	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8549	0,7275	0,9021	0,7856	0,8684
	BETA ALE	0,0346	0,0194	0,0003	-0,0038	0,0612
	DW	1,9328	2,0250	0,0201	-0,3950	2,5365
España	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8798	0,7571	0,8467	0,7177	0,8608
	BETA ESP	0,0095	0,0040	0,0387	0,0228	0,0559
	DW	0,4591	0,3636	1,9416	2,0848	2,0094
Holanda	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8790	0,7854	0,8758	0,7790	0,8725
	BETA HOL	0,0108	-0,0072	0,0198	-0,0006	0,0479
	DW	0,5515	-0,6908	1,0449	-0,0579	1,8099
Italia	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8941	0,7688	0,8821	0,7712	0,8918
	BETA ITA	-0,0008	-0,0005	0,0180	0,0031	0,0330
	DW	-0,0454	-0,0569	1,0840	0,3430	1,4217
Suecia	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8686	0,7600	0,8538	0,7384	0,8708
	BETA SUE	0,0152	0,0025	0,0293	0,0129	0,0400
	DW	0,8824	0,2715	1,7591	1,4121	1,7195
Suiza	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8648	0,7836	0,8268	0,7143	0,8534
	BETA SUI	0,0177	-0,0054	0,0461	0,0212	0,0553
	DW	0,8510	-0,4865	2,2966	1,9173	1,9734
UK	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8777	0,7575	0,8591	0,7400	0,8776
	BETA UK	0,0191	0,0067	0,0519	0,0247	0,0683
	DW	0,8315	0,5478	2,3402	2,0249	2,2047
		2,1200	2,1230	2,0280	2,0340	1,8450

Fuente: Elaboración Propia

Los betas en los países Europeos no son altamente significativos y se encuentran en valores muy cercanos a cero. Esto coincide con su baja participación en

general en la producción de metales preciosos (no aparece ningún país Europeo en la lista de los que más producen este tipo de metales).

Solo Inglaterra cuenta con niveles relativamente altos de significancia: los futuros del oro y plata, además del paladio, pero esto igualmente acompañado de bajos niveles en el valor del beta.

Cuadro 19: Propiedades de diversificación de los metales preciosos para Asia y Oceanía

		Metales Preciosos				
		Plata	Oro	Plata-F	Oro-F	Paladio
Australia	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8301	0,7609	0,7459	0,6460	0,8536
	BETA AUST	0,0514	0,0029	0,1245	0,0572	0,0712
	DW	2,2472	0,2362	5,6695	4,7308	2,3116
		2,1290	2,1240	2,0470	2,0580	1,8490
Hong Kong	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8664	0,7600	0,8707	0,7467	0,9203
	BETA HK	0,0193	0,0030	0,0221	0,0118	-0,0018
	DW	1,2238	0,3510	1,4528	1,4109	-0,0832
		2,1210	2,1240	2,0290	2,0370	1,8420
Japon	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8923	0,7678	0,8988	0,7750	0,9165
	BETA JAP	0,0125	0,0007	0,0516	0,0184	0,0346
	DW	0,7298	0,0767	3,1241	2,0190	1,5000
		2,1220	2,1230	2,0360	2,0400	1,8440

Fuente: Elaboración Propia

Nuevamente, se puede apreciar que Australia cuenta con un nivel de diversificación menor que el encontrado en el resto de los países. Y la mayor parte de los metales cuenta con valores de beta que son significativamente mayores que cero (solo el caso del oro cuenta con baja significancia para este país), esto acompañado con un mayor valor de los betas en general muestra que en el caso de Australia el poder diversificador de los metales en general es relativamente bajo.

Para el caso de Japón y Hong Kong se encuentra un resultado similar al europeo, donde la significancia es bastante menor y los valores estimados para los betas son también menores.

Los resultados de este capítulo muestran la baja relevancia que tienen los metales preciosos en los mercados avanzados actuales donde, en pocas situaciones, éstos tienen betas significativos.

Un fenómeno interesante que es apreciable es que los futuros del oro y la plata tienen un comportamiento distinto al encontrado en el caso de sus contrapartes spot. Esto puede deberse a que los inversionistas cuando se quieren cubrir con alguno de estos metales busca hacerlo con un contrato futuro y no uno spot, lo que haría que los

precios futuros fueran los que tuvieran mayores semejanzas en los movimientos con los mercados.

IV.2.3 Estudio de granos y energía

A continuación se realizará un estudio para los granos y la energía.

Cuadro 20: Propiedades de diversificación de los granos y energía para América

		Granos			Energía	
		Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natura
Canadá	C	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,1925	0,2917	-0,1762	0,9717	0,4104
	BETA CAN	0,0183	-0,0259	0,0145	0,0334	0,0722
		0,8635	-0,8210	0,5842	1,1418	0,8077
DW	1,9060	1,9190	2,0790	2,1500	2,1410	
Chile	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,2038	0,2802	-0,1850	0,9713	0,4408
	BETA CHIL	0,0334	-0,0172	0,0277	0,0433	-0,0231
		1,5674	-0,5416	1,1076	1,4680	-0,2504
DW	1,9050	1,9200	2,0810	2,1510	2,1410	
USA	C	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,1685	0,2689	-0,1736	0,9879	0,4533
	BETA USA	0,0012	-0,0016	0,0126	0,0175	-0,0565
		0,0477	-0,0432	0,4305	0,5057	-0,5326
DW	1,9040	1,9200	2,0800	2,1480	2,1410	

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de los granos y energía, ninguno de los valores encontrados tiene significancia estadística.

Es importante recalcar que el futuro de granos tiene en todos los casos un beta con tendencia negativa, lo que puede indicar que tal vez con una serie mayor de datos que redujese la incertidumbre de las estimaciones se podría encontrar un buen nivel de poder diversificador para este activo, en todos los mercados aquí estudiados. Una situación similar ocurre con el gas natural donde en todos los casos, menos Canadá, se cuenta con un beta que al parecer tiene una tendencia negativa.

Cuadro 21: Propiedades de diversificación de los granos y energía para Europa

		Granos			Energía	
		Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natural
Alemania	C	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0005
		-0,1693	0,2810	-0,1963	1,0295	0,4576
	BETA ALE	0,0020	-0,0174	0,0377	-0,0284	-0,0812
	DW	0,1158	-0,6709	1,8539	-1,1861	-1,0870
		1,9040	1,9210	2,0820	2,1490	2,1410
España	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0005
		-0,2224	0,2505	-0,2229	1,0328	0,4320
	BETA ESP	0,0383	0,0175	0,0517	-0,0262	0,0102
	DW	1,9146	0,5866	2,2074	-0,9461	0,1155
		1,9050	1,9200	2,0790	2,1480	2,1410
Holanda	C	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0005
		-0,1796	0,2805	-0,1905	1,0287	0,4685
	BETA HOL	0,0094	-0,0145	0,0274	-0,0238	-0,1168
	DW	0,4932	-0,5116	1,2306	-0,9074	-1,4449
		1,9040	1,9210	2,0810	2,1490	2,1410
Italia	C	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,1711	0,3026	-0,1887	1,0005	0,4629
	BETA ITA	0,0036	-0,0459	0,0305	0,0061	-0,0893
	DW	0,2183	-1,8420	1,5610	0,2651	-1,1764
		1,9040	1,9210	2,0790	2,1490	2,1400
Suecia	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0005
		-0,2099	0,2424	-0,1843	1,0178	0,4725
	BETA SUE	0,0257	0,0225	0,0178	-0,0103	-0,0858
	DW	1,5400	0,9012	0,9082	-0,4463	-1,1290
		1,9050	1,9190	2,0800	2,1480	2,1420
Suiza	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0005
		-0,2465	0,2446	-0,2528	1,0686	0,4772
	BETA SUI	0,0483	0,0207	0,0667	-0,0530	-0,1213
	DW	2,3993	0,6887	2,8276	-1,9010	-1,3872
		1,9040	1,9200	2,0820	2,1490	2,1420
UK	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0005
		-0,2042	0,2477	-0,2080	1,0239	0,4557
	BETA UK	0,0438	0,0349	0,0676	-0,0298	-0,0887
	DW	1,9681	1,0511	2,5923	-0,9665	-0,8971
		1,9060	1,9200	2,0820	2,1480	2,1400

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de los granos en Europa se cuenta con un bajo nivel de significancia estadística en todos los casos, y los betas no tienen valores que lleven a pensar en un gran poder diversificador.

En el caso de la energía se puede apreciar una tendencia hacia betas negativos, como sucede con el gas natural y el petróleo.

Cuadro 22: Propiedades de diversificación de los granos y energía para Asia y Oceanía

		Granos			Energía	
		Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natural
Australia	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,2099	0,2249	-0,2433	0,9984	0,4358
	BETA AUST	0,0335	0,0497	0,0771	0,0074	0,0003
		1,5146	1,5062	2,9740	0,2426	0,0032
DW	1,9060	1,9210	2,0820	2,1490	2,1410	
Hong Kong	C	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,1966	0,2587	-0,1775	1,0127	0,4289
	BETA HK	0,0204	0,0090	0,0150	-0,0069	0,0521
		1,3385	0,3963	0,8378	-0,3273	0,7867
DW	1,9060	1,9210	2,0800	2,1480	2,1410	
Japón	C	-0,0000	0,0001	-0,0000	0,0003	0,0005
		-0,1694	0,2658	-0,1629	1,0069	0,4359
	BETA JAP	0,0238	0,0272	0,0440	-0,0165	-0,0122
		1,4330	1,0997	2,2650	-0,7170	-0,1636
DW	1,9060	1,9220	2,0810	2,1480	2,1410	

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de los granos para estos mercados se pueden apreciar betas con poco poder diversificador y baja significancia, solo el caso del trigo para Australia y Japón parecen tener algo de poder.

La energía nuevamente muestra tendencias hacia betas negativos, pero no cuenta con niveles de significancia estadística para ningún caso.

La poca cultura de inversión en este tipo de activos por parte de los inversionistas (a diferencia de los metales que cuentan con bolsas más especializadas), hace que la posibilidad de encontrar una buena estimación para el valor de los betas sea menor, es decir, la posibilidad que la correlación entre estos activos fuese distinta de cero es muy baja, lo que induce que los factores macroeconómicos que mueven estos consumos son distintos.

Lo anterior se puede explicar en que este tipo de commodities presentan un mercado bastante maduro y, por lo demás, estable. La energía es un bien básico necesario para cada consumidor, lo que la hace tener una demanda altamente estable y con niveles de crecimiento que son muy estudiados. El caso de los granos es similar en el sentido que son una fuente de alimentación primaria para muchos hogares, los que no condicionan tanto su nivel de consumo por las distintas vicisitudes del mercado.

En los capítulos de la sección, se pudo apreciar que los commodities pueden tener un potencial de diversificación con los mercados, pero no se captura dicho potencial (o no aparece), al utilizar el clásico mecanismo de evaluación de CAPM.

En el siguiente capítulo se estudiarán los mismos commodities pero con el CAPM extendido, de esta forma se espera tener un mejor indicador de que tanto ayuda cada commodity a diversificar un mercado en distintas instancias.

IV.3 Estudio CAPM Extendido para commodities

Como se mencionó en el capítulo anterior, el modelo CAPM no parece capturar todos los beneficios de diversificación que se podrían tener al utilizar commodities. Por esta razón en este capítulo se realizará el análisis de CAPM extendido, con el que se pretende capturar dicho poder para casos de alta volatilidad y bajo retorno.

IV.3.1 Estudio de metales

A continuación se presentarán los resultados para una serie de metales dependiendo de la zona geográfica.

Cuadro 23: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para América

		Metales				
		Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Canadá	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0002
		0,9682	0,6030	0,5205	0,1169	0,6628
	Beta CAN	0,0382	0,0393	0,1132	0,0158	0,0333
		1,4705	1,2873	3,2994	0,6918	1,3885
	D. R. CAN	0,0300	-0,0185	0,0257	-0,0187	0,0199
		0,6460	-0,3399	0,4194	-0,4582	0,4647
Chile	D. V. CAN	-0,1271	-0,1014	-0,2005	0,0241	-0,0578
	DW	-2,5797	-1,7498	-3,0801	0,5572	-1,2700
		2,1606	2,1885	2,0380	2,1621	2,1106
	C	0,0001	0,0002	0,0000	-0,0000	0,0001
		0,5064	0,5990	0,1435	-0,1995	0,3917
	BETA CHIL	0,0951	0,0511	0,0871	0,0427	0,0611
USA		3,9455	1,8000	2,7318	2,0138	2,7460
	D. R. CHIL	-0,0867	-0,0244	-0,1258	-0,1003	-0,0479
		-1,6647	-0,3978	-1,8237	-2,1902	-0,9961
	D. V. CHIL	-0,0739	-0,0987	0,0544	-0,0008	-0,0839
		-1,2234	-1,3863	0,6799	-0,0158	-1,5029
	DW	2,1681	2,1919	2,0334	2,1631	2,1134
USA	C	0,0004	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002
		1,4549	1,0032	0,7040	0,5397	1,0308
	BETA USA	-0,0443	-0,0040	0,0113	-0,0507	-0,0267
		-1,4776	-0,1141	0,2833	-1,9221	-0,9628
	D. R. USA	0,1519	0,0908	0,0555	0,0720	0,0977
		2,6789	1,3616	0,7390	1,4459	1,8681
USA	D. V. USA	-0,0308	-0,1107	-0,1077	0,0663	-0,0484
		-0,4795	-1,4657	-1,2672	1,1747	-0,8171
	DW	2,1589	2,1874	2,0293	2,1592	2,1089

Fuente: Elaboración Propia

La primera observación que debe realizarse es que los valores de los betas encontrados para los retornos no son equivalentes al encontrado en el capítulo anterior en ninguno de los tres países aquí mostrados. También resulta interesante que los betas encontrados en esta estimación son de una significancia mayor que en el modelo anterior.

Se puede observar desde el punto de vista de las dummies, que la dummy de volatilidad es, en general, la que tiene una mayor importancia como ente diversificador, ya que, por lo general, es negativa, y tiene un nivel de significancia considerable, además de un valor que dobla en la mayoría de los casos a su contraparte del beta. Esto dice que el beta de este tipo de activos en un período de alta volatilidad debiera ser menor a cero, lo que habla muy bien de su poder diversificador.

El caso de Chile es particular, porque es el dummy de retorno el que tiene el mejor comportamiento, resulta particularmente interesante en el caso del cobre, donde

se puede apreciar que en períodos de bajo retorno del mercado el cobre pareciera mejorar su poder diversificador.

Cuadro 24: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (1)

		Metales				
		Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Alemania	C	0,0003	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002
		1,0655	0,6145	0,2222	0,0725	0,7697
	BETA ALE	-0,0202	0,0305	0,0559	0,0140	0,0063
		-0,9780	1,2572	2,0522	0,7712	0,3332
	D. R. ALE	0,0375	-0,0169	-0,0754	-0,0254	0,0295
		0,9174	-0,3511	-1,3955	-0,7068	0,7816
España	D. V. ALE	0,0554	-0,0636	-0,0286	0,0071	-0,0282
		1,3735	-1,3407	-0,5365	0,1996	-0,7560
	DW	2,1581	2,1889	2,0323	2,1620	2,1091
	C	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002
		1,1343	0,7875	0,4261	0,2571	0,8447
	BETA ESP	-0,0232	0,0330	0,0582	0,0104	-0,0016
Holanda		-1,0097	1,2214	1,9161	0,5158	-0,0772
	D. R. ESP	0,0579	0,0362	-0,0180	0,0074	0,0540
		1,2042	0,6412	-0,2823	0,1763	1,2163
	D. V. ESP	-0,0098	-0,1451	-0,0408	-0,0871	-0,0340
		-0,1842	-2,3149	-0,5791	-1,8612	-0,6914
	DW	2,1573	2,1908	2,0318	2,1587	2,1096
Italia	C	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002
		1,0720	0,6852	0,4191	0,2757	0,7814
	BETA HOL	-0,0097	0,0696	0,0598	0,0210	0,0170
		-0,4204	2,5673	1,9604	1,0354	0,8007
	D. R. HOL	0,0420	0,0110	-0,0217	0,0103	0,0363
		0,9481	0,2116	-0,3706	0,2645	0,8876
Italia	D. V. HOL	0,0104	-0,1291	-0,0791	-0,0907	-0,0707
		0,2462	-2,6027	-1,4172	-2,4461	-1,8160
	DW	2,1601	2,1915	2,0309	2,1569	2,1097
	C	0,0004	0,0004	0,0003	0,0001	0,0003
		1,4747	1,2679	0,9186	0,3374	1,4713
	BETA ITA	-0,0051	0,0074	0,0304	0,0007	-0,0159
Italia		-0,2731	0,3351	1,2235	0,0423	-0,9212
	D. R. ITA	0,1220	0,1380	0,1141	0,0185	0,1687
		2,9674	2,8546	2,0974	0,5102	4,4522
	D. V. ITA	-0,1113	-0,1526	-0,0885	-0,0265	-0,0770
		-2,3376	-2,7269	-1,4041	-0,6331	-1,7546
	DW	2,1559	2,1874	2,0304	2,1594	2,1107

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, se puede apreciar una situación similar con la encontrada en el caso de América, es decir, betas sobre el retorno que son bastante menores que en el caso del modelo CAPM normal y un nivel de significancia mayor.

La dummy retorno es por lo general positiva, esto quiere decir que en este caso el poder de los metales para diversificar los mercados disminuye en períodos de bajos retornos. El caso de Italia es particularmente fuerte en esta afirmación, donde prácticamente todos sus dummy de retorno son positivas y con altos niveles de significancia.

La dummy de volatilidad tiene un valor por lo general negativo, esto concuerda con que en períodos de alta volatilidad los metales aumentan su poder de diversificación.

El valor absoluto de ambas dummy en, prácticamente todos los casos, es mayor que el del beta, esto quiere decir que en estos períodos el cambio de poder diversificador es relativamente grande.

Cuadro 25: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (2)

		Metales				
		Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Suecia	C	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002
		1,1153	0,8225	0,6129	0,2680	1,0256
	BETA SUE	0,0313	0,0603	0,0696	0,0346	0,0273
		1,5882	2,6049	2,6733	2,0000	1,5006
	D. R. SUE	0,0566	0,0428	0,0371	0,0091	0,0857
		1,4254	0,9169	0,7067	0,2596	2,3387
Suiza	D. V. SUE	-0,0405	-0,0787	-0,0726	-0,0754	-0,0429
	DW	-0,9930	-1,6414	-1,3450	-2,1045	-1,1396
		2,1649	2,1947	2,0389	2,1608	2,1194
	C	0,0003	0,0002	0,0001	0,0000	0,0002
		1,1327	0,6624	0,3899	0,2135	1,0308
	BETA SUI	-0,0063	0,0477	0,0589	0,0268	-0,0145
Inglaterra		-0,2599	1,6852	1,8515	1,2693	-0,6551
	D. R. SUI	0,0637	0,0051	-0,0274	0,0040	0,0922
		1,3236	0,0901	-0,4313	0,0937	2,0777
	D. V. SUI	-0,0019	-0,1015	-0,0353	-0,0788	-0,0467
		-0,0422	-1,8794	-0,5813	-1,9544	-1,1013
	DW	2,1613	2,1904	2,0311	2,1579	2,1093
Inglaterra	C	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001	0,0003
		1,2335	1,0245	0,4444	0,4852	1,1273
	BETA UK	0,0140	0,0550	0,0753	0,0252	-0,0022
		0,5375	1,8034	2,1926	1,1054	-0,0925
	D. R. UK	0,1012	0,1088	-0,0240	0,0545	0,1271
		1,8834	1,7231	-0,3374	1,1572	2,5652
Inglaterra	D. V. UK	-0,0428	-0,1573	-0,0688	-0,1598	-0,0840
		-0,7915	-2,4740	-0,9610	-3,3650	-1,6821
	DW	2,1612	2,1918	2,0307	2,1564	2,1107

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, las dummies de volatilidad son todas negativas y, en el caso del plomo y la lata son estadísticamente significativas para todos los casos. Se puede observar que al igual que en América, estas dummies tienen un valor mayor que el beta

que las acompaña, por lo que estos commodities pueden servir como un buen agente diversificador en períodos de volatilidad para estos mercados.

La dummy de retorno tiene un comportamiento menos estable que la de volatilidad, siendo su valor principalmente positivo para la mayoría de los casos.

Cuadro 26: Propiedades de diversificación de los metales en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Asia y Oceanía

		Metales				
		Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Australia	C	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001
		0,8148	0,6040	0,3469	0,1839	0,4628
	BETA AUS	0,1156	0,0774	0,1654	0,0759	0,1125
		4,7288	2,6854	5,1183	3,5318	4,9888
	D. R. AUS	0,0149	-0,0061	-0,0138	0,0140	-0,0107
		0,2776	-0,0969	-0,1948	0,2972	-0,2155
	D. V. AUS	-0,1280	-0,0093	0,0133	-0,0604	-0,1109
	-1,4001	-0,0859	0,1097	-0,7511	-1,3155	
	DW	2,1771	2,1942	2,0450	2,1676	2,1256
Hong Kong	C	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002
		0,8666	0,5948	0,5170	0,4407	0,7300
	BETA HK	0,0312	0,0146	0,0464	0,0199	0,0293
		1,7007	0,6782	1,9138	1,2383	1,7351
	D. R. HK	0,0070	-0,0198	0,0025	0,0371	0,0216
		0,2077	-0,4959	0,0550	1,2442	0,6913
	D. V. HK	0,0104	-0,0022	-0,0387	-0,0293	-0,0473
	0,2662	-0,0471	-0,7463	-0,8522	-1,3070	
	DW	2,1618	2,1881	2,0318	2,1609	2,1119
Japón	C	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002
		0,8608	0,7509	0,3551	0,2992	0,7410
	BETA JAP	0,0086	0,0064	0,0318	0,0244	0,0298
		0,4738	0,2991	1,3257	1,5327	1,7806
	D. R. JAP	-0,0036	0,0173	-0,0570	0,0159	0,0278
		-0,0824	0,3410	-0,9996	0,4206	0,6984
	D. V. JAP	0,0708	0,0698	0,1047	0,0162	-0,0202
	1,2734	1,0670	1,4235	0,3312	-0,3946	
	DW	2,1606	2,1901	2,0324	2,1624	2,1143

Fuente: Elaboración Propia

Resulta interesante observar como Australia, que en el caso de CAPM resultó ser uno de los países con mayor significancia en los tres metales, tiene un beta que ha sufrido una variación muy pequeña y es el único país hasta el momento que presenta un nivel de significancia menor para su beta en todos los metales de este cuadro al ser comparados con el cuadro anterior. Se puede apreciar que sus dummies no tienen un nivel mayor al beta y que, en ningún metal, son altamente significativos.

Además de esto, se puede observar que Japón presenta un set de dummies de volatilidad positivas, con dummies de retorno que cambian dependiendo del metal. Hong Kong tiene un comportamiento de dummies de volatilidad y retorno con baja relevancia comparativa a sus betas.

Al agregar las dummies al modelo se mejora su nivel de predicción y se puede apreciar que, en general, los metales tienen un comportamiento donde las dummies de volatilidad son en la mayor parte de los casos negativas, pero tampoco es posible realizar una generalización del caso.

IV.3.2 Estudio de metales preciosos

A continuación se mostrará el estudio realizado para metales preciosos con el modelo de CAPM extendido. Al igual que en otras ocasiones este estudio estará dividido en América, Europa, Asia y Oceanía.

Cuadro 27: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para América

		Metales Preciosos				
		Plata	Oro	Plata-F	Oro-F	Paladio
Canadá	C	0,0003	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003
		0,9562	0,5877	0,6685	1,0803	0,7537
	BETA CAN	0,0756	0,0342	0,1018	0,0468	0,1140
		2,7117	2,2950	3,7902	3,1675	3,0359
	D. R. CAN	0,0518	-0,0107	-0,0244	0,0565	-0,0134
		1,0417	-0,4033	-0,5090	2,1441	-0,2001
Chile	D. V. CAN	-0,1201	-0,0005	-0,0870	-0,0940	-0,0054
		-2,2724	-0,0187	-1,7082	-3,3575	-0,0752
	DW	2,1255	2,1264	2,0370	2,0436	1,8450
	C	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		1,1173	0,7529	0,9477	1,0322	0,9004
	BETA CHIL	0,0180	0,0068	0,0362	0,0132	0,0782
USA		0,6929	0,4907	1,4489	0,9580	2,2424
	D. R. CHIL	0,0940	0,0026	0,0279	0,0462	0,0171
		1,6773	0,0873	0,5167	1,5551	0,2262
	D. V. CHIL	0,0002	-0,0107	-0,0541	-0,0466	-0,1402
		0,0032	-0,3086	-0,8635	-1,3518	-1,6014
	DW	2,1198	2,1234	2,0285	2,0326	1,8418
USA	C	0,0003	0,0001	0,0003	0,0002	0,0005
		1,2095	0,6455	1,2558	1,0790	1,3091
	BETA USA	-0,0355	-0,0057	-0,0278	-0,0459	0,0072
		-1,1006	-0,3291	-0,8952	-2,6857	0,1659
	D. R. USA	0,0987	-0,0196	0,0882	0,0373	0,1692
		1,6204	-0,6010	1,5022	1,1541	2,0640
USA	D. V. USA	-0,0423	0,0005	-0,1119	0,0188	-0,0937
		-0,6139	0,0143	-1,6823	0,5143	-1,0092
	DW	2,1235	2,1233	2,0316	2,0385	1,8420

Fuente: Elaboración Propia

Resulta interesante comentar que, en el caso de Canadá, los betas son estadísticamente significativos y que tiene dummies que presentan un gran poder diversificador al compararse con su Beta, en especial de la dummy de volatilidad, la que en todos los casos tiene valores negativos. Es importante recalcar que Canadá es un país con alta producción de todos los metales preciosos aquí mostrados.

El caso de Chile muestra poca relevancia, salvo el caso de la plata, donde se puede apreciar que en períodos de bajo retorno el poder diversificador de ese metal cae, mientras que para períodos de alta volatilidad sucede la situación contraria.

Estados Unidos muestra una situación donde el beta del oro futuro es menor a cero desde la partida, y que las dos dummies de dicho metal reducen su poder diversificador para otros períodos.

Cuadro 28: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (1)

		Metales Preciosos				
		Plata	Oro	Plata-F	Oro-F	Paladio
Alemania	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,7390	0,5753	0,8361	0,6399	0,7462
	BETA ALE	0,0644	0,0341	0,0336	0,0190	0,0948
		2,9127	2,8860	1,5773	1,6243	3,1831
	D. R. ALE	-0,0148	-0,0151	-0,0108	-0,0163	-0,0305
		-0,3383	-0,6440	-0,2544	-0,7024	-0,5156
España	D. V. ALE	-0,1128	-0,0483	-0,1335	-0,0824	-0,1147
		-2,6074	-2,0870	-3,1990	-3,5901	-1,9672
	DW	2,1267	2,1241	2,0337	2,0448	1,8464
	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,8452	0,7263	0,7539	0,6188	0,7171
	BETA ESP	0,0218	0,0053	0,0557	0,0315	0,0760
Holanda		0,8822	0,3999	2,3422	2,4051	2,2878
	D. R. ESP	0,0059	-0,0012	-0,0173	-0,0122	-0,0434
		0,1135	-0,0420	-0,3481	-0,4464	-0,6237
	D. V. ESP	-0,0919	-0,0070	-0,0840	-0,0368	-0,0674
		-1,6060	-0,2297	-1,5217	-1,2132	-0,8749
	DW	2,1219	2,1235	2,0300	2,0402	1,8448
Italia	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
		0,6787	0,7723	0,9679	0,8027	0,6513
	BETA HOL	0,0513	0,0086	0,0564	0,0246	0,0872
		2,0745	0,6538	2,3641	1,8739	2,6157
	D. R. HOL	-0,0319	0,0027	0,0280	0,0059	-0,0607
		-0,6701	0,1054	0,6108	0,2324	-0,9483
Italia	D. V. HOL	-0,1205	-0,0616	-0,1623	-0,0994	-0,0902
		-2,6594	-2,5450	-3,7175	-4,1396	-1,4784
	DW	2,1233	2,1206	2,0321	2,0432	1,8459
	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
		0,8906	0,6881	0,7381	0,4119	0,6428
	BETA ITA	0,0221	0,0080	0,0345	0,0144	0,0725
Italia		1,0952	0,7444	1,7753	1,3452	2,6697
	D. R. ITA	-0,0041	-0,0117	-0,0356	-0,0461	-0,0887
		-0,0929	-0,4941	-0,8342	-1,9638	-1,4919
	D. V. ITA	-0,1632	-0,0458	-0,0688	-0,0140	-0,1588
		-3,1910	-1,6754	-1,3946	-0,5150	-2,3055
	DW	2,1243	2,1246	2,0293	2,0358	1,8429

Fuente: Elaboración Propia

No se puede hablar de una regla general para este cluster de países Europeos; en Alemania se puede ver que el poder diversificador de los metales preciosos es mayor en casos de alta volatilidad (con una alta significancia estadística). Para Holanda sucede algo similar a Alemania, en el sentido que este tiene betas con buen nivel de

significancia en algunos casos y el poder diversificador de los metales preciosos aumenta en situaciones de alto riesgo en el mercado.

Los casos de España e Italia son similares, en sentido que muestran en general una baja significancia estadística para el beta, y que sus resultados en los dummies de estudio de poder de diversificación son de menor “capacidad” que en el caso de otros países como Alemania.

Cuadro 29: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (2)

		Metales Preciosos				
		Plata	Oro	Plata-F	Oro-F	Paladio
Suecia	C	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
		1,0279	0,7696	0,9790	0,9335	0,5549
	BETA SUE	0,0285	0,0071	0,0395	0,0169	0,0566
		1,3454	0,6291	1,9331	1,5069	1,9867
	D. R. SUE	0,0377	0,0019	0,0242	0,0200	-0,0861
		0,8827	0,0853	0,5883	0,8841	-1,4970
	D. V. SUE	-0,1101	-0,0260	-0,0806	-0,0439	0,0120
	-2,5124	-1,1095	-1,9075	-1,8897	0,2041	
	DW	2,1233	2,1242	2,0326	2,0365	1,8443
Suiza	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0000	0,0003
		0,7084	0,7213	0,6082	0,3341	0,8241
	BETA SUI	0,0597	0,0014	0,0886	0,0517	0,0791
		2,3137	0,1018	3,5632	3,7820	2,2751
	D. R. SUI	-0,0199	-0,0042	-0,0435	-0,0471	0,0009
		-0,3855	-0,1506	-0,8739	-1,7229	0,0127
	D. V. SUI	-0,1572	-0,0245	-0,1330	-0,0801	-0,0979
	-3,1917	-0,9297	-2,8005	-3,0659	-1,4746	
	DW	2,1279	2,1261	2,0366	2,0431	1,8459
Inglaterra	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003
		0,9265	0,8826	0,6356	0,6003	0,9664
	BETA UK	0,0437	0,0152	0,1058	0,0511	0,0887
		1,5684	1,0235	3,9438	3,4620	2,3623
	D. R. UK	0,0217	0,0200	-0,0689	-0,0263	0,0354
		0,3756	0,6498	-1,2404	-0,8622	0,4555
	D. V. UK	-0,1436	-0,0637	-0,1927	-0,1027	-0,1392
	-2,4726	-2,0507	-3,4469	-3,3361	-1,7796	
	DW	2,1244	2,1257	2,0327	2,0396	1,8449

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior, Inglaterra presenta un caso muy similar al alemán y holandés, en el sentido que tiene betas sin una significancia estadística, pero con dummies de volatilidad que son de valores bastante mayores que el beta y que muestran el aumento del poder diversificador de los commodities para estos casos. Se puede observar que la mayor significancia en los casos de futuros, se puede deber en que los metales se estén usando para cubrirse en mediano y largo plazo de problemas en el mercado spot, es decir, dada un alto nivel de volatilidad en el

mercado los inversionistas buscarían oportunidades de cubrirse en el mediano plazo utilizando estos contratos futuros.

En el caso de Suecia, se pueden ver betas sin un gran nivel de significancia, lo que nos habla de la baja correlación entre el mercado y el commodity, pero esta relación cambia en situaciones de altas volatilidades, dado que el poder diversificador aumenta en estos escenarios. Para Suiza se tiene un caso en que los beta son significativamente mayores que cero (en todos los casos menos la plata spot), pero no son mayores a 0.1, lo que habla de un bajo nivel en general, aún así, el poder diversificador de estos commodities aumenta en casos de alta volatilidad al igual que para Suecia, con la salvedad que, en el oro, el poder aumenta aún más en casos de bajo retorno en el mercado.

Es interesante recalcar que el poder diversificador de estos metales preciosos en casos de bajo retorno funciona de forma opuesta para Suecia y Suiza, donde para el primero el poder disminuye en estas situaciones para todos los metales menos el paladio, y para el segundo el poder aumenta en todos los casos menos el paladio.

Cuadro 30: Propiedades de diversificación de los metales preciosos en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Asia y Oceanía

		Metales Preciosos				
		Plata	Oro	Plata-F	Oro-F	Paladio
Australia	C	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003
		1,0957	0,7912	0,4853	0,2023	0,9692
	BETA AUS	0,0500	0,0078	0,1612	0,0842	0,0935
		1,9021	0,5571	6,3815	6,0574	2,6401
	D. R. AUS	0,0879	0,0029	-0,1004	-0,0902	0,0290
		1,5232	0,0949	-1,8115	-2,9538	0,3733
	D. V. AUS	-0,2980	-0,0983	-0,2842	-0,1501	-0,4938
	-3,0311	-1,8671	-3,0092	-2,8858	-3,7303	
	DW	2,1323	2,1277	2,0477	2,0559	1,8531
Hong Kong	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
		0,7659	0,7565	0,7273	0,5652	0,4070
	BETA HK	0,0235	-0,0028	0,0376	0,0152	0,0492
		1,1952	-0,2621	1,9807	1,4576	1,8594
	D. R. HK	-0,0110	0,0040	-0,0278	-0,0175	-0,1362
		-0,3009	0,2064	-0,7901	-0,9073	-2,7783
	D. V. HK	-0,0086	0,0275	-0,0484	0,0074	-0,0884
	-0,2036	1,2230	-1,1928	0,3302	-1,5592	
	DW	2,1213	2,1240	2,0278	2,0354	1,8400
Japón	C	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004
		0,8908	0,7446	0,7789	0,5382	1,1908
	BETA JAP	0,0155	0,0037	0,0609	0,0280	0,0224
		0,7956	0,3579	3,2448	2,7132	0,8545
	D. R. JAP	0,0100	-0,0017	-0,0293	-0,0349	0,1023
		0,2159	-0,0680	-0,6557	-1,4199	1,6407
	D. V. JAP	-0,0512	-0,0298	-0,0460	-0,0396	-0,0590
	-0,8575	-0,9329	-0,7992	-1,2510	-0,7340	
	DW	2,1231	2,1245	2,0377	2,0426	1,8440

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de Australia se puede apreciar que el nivel de significancia de los betas en los futuros de oro y plata es muy alta (superior al 1%), y que además en estos metales el poder diversificador de los mismos aumenta fuertemente en casos de baja rentabilidad y alto riesgo, pero en el caso de la plata no alcanza a ser negativo, mientras que si lo alcanza para el oro. En el caso de los spot de los tres metales en estudio, el poder diversificador aumenta en situaciones de alta volatilidad y disminuye en situaciones de bajos retornos. Este es un resultado interesante, pues muestra la gran diferencia que existe en las relaciones de los spot de los metales preciosos y los futuros de los mismos. También resulta interesante el comportamiento similar con respecto a Australia del paladio versus el oro y la plata spot, debido a que el primero es un metal no producido en el país, mientras que los otros si lo son.

El caso de Japón y Hong Kong, se puede apreciar que los metales preciosos son menos relevantes que en Australia, en Japón la dummy de volatilidad es menor a cero en todos los casos, y la de retorno lo es para los futuros del oro y plata. Los valores de las dummies no alcanzan a ser mayores que los del beta de cada país.

Como resumen para el caso de los metales preciosos y los países estudiados en este capítulo se puede decir que estos commodities funcionan de buena forma para casos de alta volatilidad en prácticamente todas las situaciones (en sentido que aumentan su poder de diversificación). Para el caso de los retornos, esto cambia en sentido que no existe una regla generalizada a través de los distintos mercados estudiados.

Una explicación para lo anterior es que los metales preciosos para una gran base de inversionistas aún tienen esa sensación de “seguridad”, en el sentido que se dice que “el oro siempre será oro”, por lo que invertir en este tipo de activos en períodos de alto riesgo sigue siendo algo normal. Este tipo de inversión no está tan normalizada en casos de baja rentabilidad, es decir, no es normal que los inversionistas busquen mayormente a los metales preciosos (al menos históricamente) en situaciones que los mercados se están comportando con resultados menores a los esperados.

IV.3.3 Estudio de granos y energía

A continuación, se estudiará como cambia el poder diversificador de los commodities de granos y energía en los distintos mercados en estudio.

Cuadro 31: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para América

		Granos			Energía	
		Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natural
Canadá	C	-0,0000	0,0001	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,1426	0,3128	-0,3559	0,8103	0,4684
	BETA CAN	0,0126	-0,0261	0,0145	0,0719	0,0696
		0,5115	-0,7081	0,5022	1,9250	0,6012
	D. R.CAN	-0,0008	-0,0001	0,0000	-0,0464	0,0651
	D. V. CAN	-0,4543	-0,0220	0,0084	-0,6956	0,3229
	DW	0,0003	-0,0001	0,0010	-0,1092	-0,0731
Chile	C	0,2442	-0,0884	0,7670	-1,5422	-0,3432
		1,9060	1,9190	2,0800	2,1479	2,1409
	C	-0,0001	0,0000	-0,0001	0,0004	0,0009
		-0,2281	0,0772	-0,2275	1,0190	0,8398
	BETA CHIL	0,0304	-0,0090	0,0272	0,0603	-0,1312
		1,2756	-0,2536	0,9751	1,7388	-1,1951
	D. R.CHIL	-0,0005	0,0014	-0,0001	0,0200	0,4918
D. V. CHIL	-0,2733	0,5323	-0,0257	0,2672	2,1353	
USA	C	0,0007	0,0013	0,0005	-0,1566	0,0181
		0,5136	0,5924	0,3209	-1,8008	0,0686
	DW	1,9050	1,9210	2,0800	2,1492	2,1416
	C	-0,0001	0,0000	-0,0000	0,0003	0,0006
		-0,3380	0,0508	-0,1205	0,8043	0,5474
	BETA USA	0,0429	0,0556	0,0206	0,0447	-0,0917
		1,3753	1,1958	0,5636	1,0361	-0,6839
D. R.USA	-0,0637	-0,1081	0,0106	-0,0724	0,1211	
D. V. USA	-1,0809	-1,2298	0,1535	-0,8884	0,4889	
	-0,1508	-0,1757	-0,0630	-0,0507	0,0187	
	-2,2597	-1,7650	-0,8053	-0,5494	0,0673	
DW	1,9064	1,9218	2,0793	2,1453	2,1402	

Fuente: Elaboración Propia

Para los granos en América, ninguno de los resultados muestra un nivel de significancia estadística en el beta ni en los poderes de diversificación. El único caso en que se encuentran valores significativos es en Estados Unidos, donde el maíz y los granos tienen un mayor poder diversificador en situaciones de alta volatilidad. Además, en situaciones de bajos retornos en el mercado, también aumenta el poder diversificador. Para Chile los casos de alta volatilidad disminuye el poder diversificador de los commodities, mientras que los de bajo retorno depende del tipo de grano.

En Canadá la situación es dependiente del grano al igual que en Chile, el trigo es un caso que no funciona mejor como diversificador en situaciones de altas volatilidades y bajos retornos, los granos tienen la situación completamente diferente a la del trigo, en el sentido que su poder diversificador aumenta en ambos mercados.

Al ver el caso de la energía se puede apreciar una baja relación entre los países en estudio y ese tipo de commodity. Chile es el que presenta el mayor nivel de relación entre el poder del commodity y la situación del mercado, esto es dependiente del commodity y la dummy.

Cuadro 32: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (1)

		Granos			Energía	
		Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natural
Alemania	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0006
		-0,2027	0,2403	-0,1936	1,2216	0,4986
	BETA ALE	0,0167	0,0137	0,0448	-0,0230	-0,0840
		0,7772	0,4277	1,7847	-0,7760	-0,8961
	D. R.ALE	-0,0096	-0,0140	-0,0012	0,0576	0,0431
		-0,2253	-0,2207	-0,0245	0,9813	0,2392
	D. V. ALE	-0,0540	-0,1207	-0,0299	-0,0836	-0,0315
	-1,2877	-1,9309	-0,6078	-1,4418	-0,1795	
	DW	1,9054	1,9248	2,0822	2,1497	2,1415
España	C	0,0000	0,0001	-0,0000	0,0004	0,0003
		0,1438	0,3853	-0,1229	1,0797	0,2615
	BETA ESP	0,0120	0,0109	0,0325	-0,0139	0,0730
		0,5016	0,3068	1,1626	-0,4215	0,6883
	D. R.ESP	0,0889	0,0509	0,0250	0,0233	-0,1699
		1,7791	0,6823	0,4264	0,3370	-0,7716
	D. V. ESP	0,0456	-0,0265	0,0882	-0,1076	-0,1527
	0,8227	-0,3208	1,3585	-1,4043	-0,6433	
	DW	1,9046	1,9206	2,0786	2,1486	2,1421
Holanda	C	0,0001	0,0000	-0,0000	0,0004	0,0004
		0,2347	0,0518	-0,1644	1,0932	0,3895
	BETA HOL	-0,0057	-0,0056	0,0395	-0,0280	-0,0438
		-0,2386	-0,1576	1,4046	-0,8453	-0,4242
	D. R.HOL	0,0905	-0,0777	0,0062	0,0236	-0,0582
		1,9651	-1,1319	0,1151	0,3713	-0,3005
	D. V. HOL	-0,0279	0,0388	-0,0507	-0,0068	-0,2044
	-0,6361	0,5923	-0,9865	-0,1116	-1,1157	
	DW	1,9053	1,9198	2,0803	2,1487	2,1408
Italia	C	-0,0001	0,0001	-0,0000	0,0003	0,0006
		-0,2032	0,2386	-0,0382	0,8559	0,5679
	BETA ITA	0,0056	-0,0233	0,0224	0,0274	-0,1044
		0,2866	-0,7991	0,9793	1,0145	-1,1855
	D. R.ITA	-0,0099	-0,0333	0,0390	-0,0508	0,1150
		-0,2302	-0,5220	0,7777	-0,8581	0,5797
	D. V. ITA	0,0003	-0,1178	0,0013	-0,0815	-0,0577
	0,0053	-1,5953	0,0217	-1,1898	-0,2450	
	DW	1,9043	1,9189	2,0800	2,1472	2,1401

Fuente: Elaboración Propia

En estos países se puede observar, en primer lugar, que Alemania se encuentra en una situación donde los distintos tipos de granos sirven para diversificarse de mejor forma en casos de alta volatilidad y bajo retorno (aún con un nivel de significancia baja). En los casos de los otros países la situación va cambiando para cada país (no se puede generalizar la situación, al igual que en situaciones anteriores).

Respecto a la energía es posible afirmar que las dummies y betas muestran un gran poder diversificador por parte de este activo, pero que no tiene una significancia estadística muy grande.

Cuadro 33: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Europa (2)

		Granos			Energía	
		Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natural
Suecia	C	-0,0001	0,0000	-0,0001	0,0005	0,0005
		-0,3220	0,1164	-0,2815	1,2802	0,4264
	BETA SUE	0,0444	0,0509	0,0239	-0,0313	-0,0667
		2,1662	1,6668	0,9953	-1,1051	-0,7160
	D. R.SUE	-0,0301	-0,0466	-0,0256	0,0798	-0,0392
		-0,7277	-0,7569	-0,5291	1,3975	-0,2077
	D. V. SUE	-0,0628	-0,0951	-0,0026	0,0168	-0,0547
	-1,4806	-1,5028	-0,0527	0,2858	-0,2840	
	DW	1,9074	1,9213	2,0804	2,1498	2,1416
Suiza	C	0,0000	-0,0000	-0,0001	0,0004	0,0005
		0,0777	-0,0030	-0,2171	1,1326	0,4182
	BETA SUI	0,0387	0,0423	0,0700	-0,0570	-0,1252
		1,5487	1,1358	2,3914	-1,6509	-1,1372
	D. R.SUI	0,0795	-0,0934	0,0090	0,0267	-0,0532
		1,5921	-1,2534	0,1531	0,3871	-0,2476
	D. V. SUI	-0,0339	0,0007	-0,0211	-0,0066	0,0613
	-0,7108	0,0094	-0,3781	-0,1005	0,3052	
	DW	1,9065	1,9192	2,0826	2,1495	2,1415
Inglaterra	C	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0004	0,0006
		-0,4902	0,1388	-0,3290	1,0828	0,5316
	BETA UK	0,0702	0,0879	0,0947	-0,0317	-0,0756
		2,6015	2,1841	2,9963	-0,8484	-0,6248
	D. R.UK	-0,0870	-0,0578	-0,0469	0,0262	0,0979
		-1,5577	-0,6946	-0,7175	0,3395	0,3957
	D. V. UK	-0,0370	-0,2005	-0,0836	-0,0197	-0,1557
	-0,6576	-2,3914	-1,2697	-0,2526	-0,6456	
	DW	1,9059	1,9242	2,0831	2,1486	2,1409

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar la revisión de los granos. para estos países, se puede apreciar que el caso de Inglaterra es particular, teniendo todos sus betas con significancia estadística, y además con dummies de volatilidad y retorno negativas para todos los casos. Esto

resulta interesante porque en la economía de Inglaterra no parecieran tener una participación muy grande estos granos.

En el caso de la energía se puede apreciar que todos los betas son menores que cero y, en todos los casos, el gas natural tiene un valor absoluto mayor que el de el petróleo, mostrando un mayor poder diversificador que este último.

Cuadro 34: Propiedades de diversificación de los granos y energía en períodos de alta volatilidad y bajo retorno para Asia y Oceanía

		Granos			Energía	
		Maíz	Granos	Trigo	Petróleo	Gas Natural
Australia	C	-0,0001	-0,0000	-0,0001	0,0003	0,0005
		-0,3612	-0,0539	-0,2745	0,8672	0,4733
	BETA AUS	0,0514	0,0809	0,0838	0,0214	0,0006
		2,0152	2,1294	2,8077	0,6064	0,0058
	D. R.AUS	-0,0599	-0,1432	-0,0181	-0,0602	0,0526
		-1,0703	-1,7164	-0,2756	-0,7774	0,2147
	D. V. AUS	-0,0971	-0,0332	-0,0528	-0,0260	-0,1729
		-1,0189	-0,2335	-0,4732	-0,1974	-0,4365
	DW	1,9063	1,9178	2,0821	2,1486	2,1407
Hong Kong	C	-0,0001	0,0000	-0,0000	0,0004	0,0004
		-0,3725	0,0205	-0,1354	1,0305	0,3728
	BETA HK	0,0412	0,0340	0,0115	-0,0049	0,0532
		2,1643	1,1971	0,5142	-0,1862	0,6359
	D. R.HK	-0,0399	-0,0703	0,0085	0,0052	-0,0333
		-1,1307	-1,3361	0,2044	0,1062	-0,2193
	D. V. HK	-0,0606	-0,0375	0,0075	-0,0197	0,0428
		-1,4879	-0,6170	0,1563	-0,3498	0,2507
	DW	1,9049	1,9212	2,0797	2,1476	2,1411
Japón	C	-0,0001	0,0001	-0,0000	0,0004	0,0004
		-0,2655	0,1435	-0,0684	1,0209	0,3480
	BETA JAP	0,0292	0,0329	0,0399	-0,0123	0,0370
		1,5497	1,1718	1,8080	-0,4734	0,4416
	D. R.JAP	-0,0279	-0,0481	0,0270	0,0050	-0,1185
		-0,6228	-0,7197	0,5136	0,0800	-0,5818
	D. V. JAP	-0,0067	0,0281	-0,0059	-0,0542	-0,3889
		-0,1154	0,3262	-0,0869	-0,6783	-1,3742
	DW	1,9059	1,9220	2,0810	2,1475	2,1424

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de Australia se puede apreciar que el poder diversificador de todos los granos aumenta en las situaciones estudiadas en este trabajo. El nivel de significancia para los granos en particular es importante. El caso de Hong Kong muestra la misma situación con excepción del trigo, donde se tiene la situación inversa. Para Japón, en situaciones de bajo retorno en el mercado, el poder diversificador aumenta para el maíz y los granos, mientras que disminuye para el trigo. Las volatilidades son un caso

diferente. En todas estas situaciones no se cuenta con una gran significancia estadística.

Como conclusión a los granos, se puede decir que estos poseen una muy baja significancia con los mercados mundiales en estudio, y en general no presentan un poder diversificador tan grande como otros commodities.

La energía muestra aún menos significancia que los granos, pero muestra una potencialidad de diversificación muy grande, esto puede tener múltiples lecturas, como por ejemplo el decir que un buen rendimiento de la energía aumenta los costos de producción en general de las principales compañías, lo que reduciría sus resultados, teniendo un impacto en las acciones. El caso del gas natural es particularmente interesante, pero la falta de una mayor cantidad de datos sobre ellos reduce la posibilidad de encontrar mejores resultados.

IV.4 Análisis de Eficiencia de Carteras

En este capítulo se realizará el análisis sobre la eficiencia de carteras en el caso de incluir en los distintos mercados una cartera de commodities. Para esto se analizará cada país con un grupo del mismo tipo de commodities, los pesos de la cartera de estos últimos serán igualitarios.

En el siguiente punto se comparará la eficiencia de la cartera para los dos puntos mencionados durante el capítulo de Markowitz, mostrando de esta forma que la eficiencia de la cartera global se ve aumentada al incluir commodities.

En los cuadros siguientes se mostrará la eficiencia de la cartera que incluirá un país y un grupo de commodities, los “W” indican el peso que tienen los commodities dentro de esa cartera particular. La estimación de la eficiencia de cartera se realizará con el índice definido en el punto II.7

Cuadro 35: Eficiencia de cartera por país para metales

	W=0.01	W=0.03	W=0.05	W=0.1	W=0.3
Australia	1,19	1,14	1,09	0,98	0,67
Hong Kong	1,03	0,98	0,93	0,82	0,49
Japón	1,08	1,15	1,20	1,31	1,51
Alemania	1,00	0,95	0,91	0,80	0,49
Italia	1,00	0,96	0,91	0,81	0,49
Holanda	1,01	0,96	0,91	0,80	0,49
España	1,00	0,95	0,90	0,79	0,48
Suecia	1,06	1,01	0,96	0,84	0,51
Suiza	1,00	0,95	0,91	0,80	0,48
Inglaterra	1,04	0,99	0,95	0,85	0,59
Canadá	1,03	0,98	0,94	0,83	0,52
Chile	1,07	1,02	0,97	0,87	0,58
USA	0,96	0,91	0,87	0,76	0,49

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la tabla, al incluir commodities en una baja participación, aun realizándolo en carteras simples, la eficiencia de ésta aumenta, pero

al aumentar la participación de commodities, la eficiencia baja para este tipo de carteras. La principal razón para esto debe ser que la construcción de cartera debería estar relacionada con los beneficios de cada commodity para cada país.

Cuadro 36: Eficiencia de cartera por país para metales preciosos

	W=0,01	W=0,03	W=0,05	W=0,1	W=0,3
Australia	1,10	1,05	1,01	0,90	0,59
Hong Kong	1,00	0,95	0,90	0,80	0,46
Japón	1,10	1,20	1,28	1,46	1,76
Alemania	1,02	0,98	0,93	0,83	0,51
Italia	1,00	0,95	0,91	0,81	0,49
Holanda	1,00	0,96	0,91	0,81	0,49
España	1,03	0,98	0,93	0,83	0,51
Suecia	1,01	0,97	0,92	0,81	0,47
Suiza	1,03	0,98	0,93	0,82	0,50
Inglaterra	1,05	1,01	0,97	0,88	0,60
Canadá	1,10	1,06	1,01	0,90	0,58
Chile	1,04	1,00	0,95	0,85	0,55
USA	0,96	0,91	0,87	0,76	0,47

Fuente: Elaboración Propia

Al revisar los metales preciosos se llega a una conclusión similar a la anterior pero, en este caso, existen países como Japón cuya eficiencia de cartera mejora para mayores pesos del metal precioso.

En general, la eficiencia encontrada en este caso es mayor a la encontrada para los metales normales, lo cual se podría deber a la mayor participación que tienen estos metales en las economías globales de forma directa, en especial el oro y la plata en forma de futuros.

El caso de Estados Unidos es particular, en el sentido que aun siendo uno de los principales productores para todos los metales preciosos en estudio, su eficiencia de cartera no aumenta al incluirlos, esto se puede deber a un mercado bastante bien diversificado, en que los metales preciosos no tienen la gran relevancia que solían tener.

Cuadro 37: Eficiencia de cartera por país para energía

	W=0,01	W=0,03	W=0,05	W=0,1	W=0,3
Australia	0,99	0,96	0,94	0,91	1,24
Hong Kong	1,03	0,99	0,96	0,90	0,87
Japón	1,10	1,32	1,53	2,01	4,48
Alemania	0,88	0,85	0,82	0,77	0,87
Italia	0,91	0,88	0,86	0,81	0,89
Holanda	0,85	0,81	0,78	0,74	0,89
España	0,95	0,92	0,89	0,85	1,03
Suecia	0,88	0,85	0,81	0,75	0,76
Suiza	0,81	0,78	0,75	0,70	0,87
Inglaterra	0,87	0,85	0,84	0,83	1,31
Canadá	1,08	1,05	1,02	0,98	1,24
Chile	1,02	0,99	0,97	0,94	1,28
USA	0,94	0,91	0,89	0,87	1,36

Fuente: Elaboración Propia

El caso de la energía es particular, en el sentido que no aprecia un descenso en la eficiencia de la cartera al aumentar la participación de ella, sino que es variable. Al punto que con el mayor de los pesos encontrados se puede ver la mayor eficiencia para ella.

Particular es el caso de Japón, donde se puede apreciar un gran incremento en su eficiencia al incluir estos activos. Lo mismo ocurre para el caso de los países de América, Inglaterra y Australia. Los países de Europa no muestran la tendencia descrita anteriormente.

Cuadro 38: Eficiencia de cartera por país para granos

	W=0,01	W=0,03	W=0,05	W=0,1	W=0,3
Australia	1,08	1,02	0,96	0,84	0,52
Hong Kong	1,00	0,94	0,89	0,76	0,41
Japón	1,03	0,98	0,93	0,81	0,47
Alemania	0,99	0,93	0,87	0,75	0,42
Italia	0,96	0,91	0,85	0,73	0,39
Holanda	0,99	0,93	0,87	0,75	0,43
España	1,04	0,98	0,93	0,81	0,47
Suecia	1,01	0,96	0,90	0,78	0,43
Suiza	1,06	1,00	0,95	0,82	0,49
Inglaterra	1,07	1,01	0,95	0,83	0,51
Canadá	0,98	0,92	0,87	0,75	0,44
Chile	1,00	0,94	0,89	0,77	0,46
USA	0,98	0,92	0,87	0,75	0,47

Fuente: Elaboración Propia

El caso de los granos muestra a los países europeos con aumentos en la eficiencia de su cartera para bajos niveles de inversión en granos, lo que disminuye al aumentar la participación de estos activos en la cartera. Los casos de Australia y Japón son similares al europeo.

En América la eficiencia de la cartera no mejora por incluir este tipo de activos en ella, sino que se ve disminuida desde un principio (aunque levemente).

A continuación se mostrará el cambio de eficiencia de cartera al utilizar todos los commodities y países. Para esto se utilizará el mismo ejemplo mostrado en la sección IV.1 donde se ejemplificó el cambio de retorno que un inversionista podría tener para un mismo nivel de riesgo. El cálculo del estimador de eficiencia para esta situación es el siguiente:

$$\lambda = \frac{R_P \cdot \sigma_M^2}{R_M \cdot \sigma_P^2} = \frac{14,7\%}{10,2\%} \cdot 1 = 1,44$$

Se puede apreciar un aumento en la eficiencia sobre la cartera que solo incluye países de un 44% para este caso particular, esto habla del gran poder diversificador que tendrían los commodities para las carteras de acciones en distintos mercados.

Como se aprecia en la curva de fronteras eficientes de Markowitz, el segmento donde el poder diversificador de los commodities logra su mayor aporte es el de los

retornos más bajos, por eso, al comparar para los distintos niveles de retorno se encuentra que el estimador va desde un 1.3 (para retornos anuales de 19%), hasta un 3.96 (con retornos anuales del 1.3%). El detalle de estos aportes se puede encontrar en la sección de anexos.

El correcto uso de estos activos para diversificarse podría llevar a tener estos niveles de diversificación, mientras que un uso “ciego” de los mismos, podría llevar a un caso en que la eficiencia de la cartera disminuya (como ocurre en distintas ocasiones de este mismo capítulo).

CAPITULO V: CONCLUSIONES

Las conclusiones se dividirán en forma similar a los capítulos de este trabajo, viendo en primer lugar conclusiones generales sobre los datos, luego entrando a la metodología de Markowitz, y a los estudios de CAPM, para finalmente tocar los temas de eficiencia de cartera.

La geografía juega un rol importante a la hora de lograr diversificar las inversiones de acciones, el invertir en países cercanos puede no llevar a una alta diversificación.

Los distintos tipos de commodities tienen una baja correlación entre ellos (los metales con los granos, los metales preciosos con los normales, etc.), lo cual implica que son activos con distintas cualidades de diversificación. Además, éstos tienen una baja correlación con los distintos mercados mundiales, en especial los commodities de energía.

Al tener una cartera de inversión que incluya múltiples países y mercados, la inclusión de commodities permitirá expandir la frontera eficiente de inversión, logrando de esta forma un menor nivel de riesgo para niveles similares de rentabilidad, lo que debiera ser buscado por todos los inversionistas.

La participación de cada tipo de commodities en las carteras de los distintos tipos de inversionista varía según su nivel de aversión al riesgo. Para inversionistas más adversos al riesgo, es decir, aquellos que están dispuestos a aceptar una rentabilidad relativamente baja a cambio de un riesgo menor, los metales preciosos conforman una parte importante de sus carteras. En tanto, los inversionistas dispuestos a aceptar un mayor riesgo por rentabilidades más altas debieran tener otro set de activos, para este caso, los metales, los granos y la energía ganan más relevancia.

La utilización del CAPM clásico para el estudio del poder diversificador de los commodities no entrega la suficiente información sobre su real poder, además que no permite generar estrategias para ellos.

Al utilizar el modelo CAPM extendido se comprueba que la mayor parte de los inversionistas podría usar los commodities para diversificarse en casos de alta volatilidad, en situaciones de bajo retorno la situación es más variable.

Para los países que son principales productores de un metal, el beta de éstos siempre es relativamente más alto que en otros casos. Por ejemplo, en el mercado de Chile, el beta del cobre es el más alto de entre los metales, lo mismo ocurre en el caso

de Canadá, donde la lata es el metal con el menor beta (y es el único de los metales en este país que no es de los principales productores). El contraejemplo de esto lo representa Estados Unidos, donde su beta se muestra muy variable entre los metales, lo cual se puede deber a que en la economía de ese país la producción de metales tiene un peso muy pequeño, de modo que los betas de los metales (aún siendo uno de los principales productores de ellos), no son relevantes.

El caso de Australia es particular debido a que los betas de sus metales son todos superiores a 0,1, los mayores de todos los países en estudio. Esto puede deberse a la gran importancia que tiene la minería de estos metales en ese país.

El caso de las dummies de retorno no muestra una implicancia directa que pueda seguirse, a diferencia de las dummies de volatilidad, que muestran que en los países productores de commodities, estas dummies en general son negativas, y en muchos casos significativas. Esto no se cumple (nuevamente) para EE.UU. donde la lata no presenta un aumento de su poder diversificador en períodos de alta volatilidad.

La revisión de los países europeos y sus industrias muestra que no existe una relación directa entre el uso en la industria y el metal, aún cuando la industria sea de relevancia para el país el beta del metal no muestra un gran poder diversificador o una significancia estadística.

El nivel de uso que las industrias le den a los metales no parece tener relevancia con los resultados de los distintos betas, esto porque en los países donde se ven industrias que usan dichos metales no se aprecia un beta con un alto poder diversificador.

Al revisar los metales preciosos las conclusiones cambian. En primer lugar, resulta claro que el comportamiento del oro y plata spot y futuro es diferente, en especial en lo concerniente con los aspectos de diversificación en períodos de alta volatilidad, siendo este último tipo (futuros) los que tienen el mayor valor. La explicación a esto puede ser que este tipo de activos son los usados por los inversionistas en situaciones de alta volatilidad para reducir riesgos, por lo que la significancia y el valor absoluto de los futuros con respecto a los spots debieran ser mayores.

Los principales países productores de estos metales pueden ser revisados y se encuentra que países que cuentan con metales con gran participación en su economía de la minería tienen grandes potencialidades de diversificación, en particular el caso de Australia, quien puede aumentar fuertemente el poder diversificador de estos metales preciosos en períodos de alta volatilidad.

Los commodities de vegetales y granos en general no tienen una participación relevante en ninguna de las economías de estudio, lo que explica en parte que en ningún caso éstos tengan una significancia elevada, o un poder diversificador alto, en la mayor parte de los casos (incluso en los que su agricultura se ve concentrada en esos commodities) los betas son muy cercanos a cero.

La energía muestra una baja relevancia en los distintos mercados (en términos de significancia), pero muestran una gran tendencia hacia un bajo valor en su beta y en sus dummies (en especial de volatilidad). La explicación a estos betas debe ser que los

países tienen como principal input la energía, por ende, un buen rendimiento de la misma debe venir acompañado de mayores costos en la industria y peores resultados para los accionistas.

Como resumen a los estudios de commodities, se puede concluir que existe una implicancia entre la importancia del commodity en el mercado y su significancia estadística, donde se tiene que mientras, más importe el commodity en el país (especialmente por su producción), el beta de dicho activo será mayor (la implicancia no funciona al revés). Esto no se cumple para el caso de la energía, donde los principales países productores siguen sin mostrar una correlación entre ambos resultados.

Al estudiar la eficiencia de una cartera se llega a que puede ser incrementada al incluir commodities. Éstos no pueden ser incluidos en forma "ciega" porque, al hacerlo, se podría perder la misma eficiencia que se busca ganar. En los resultados se ve que si se invierte en commodities en una proporción baja con respecto a la cartera es posible, en la mayoría de los casos, mejorar la eficiencia de la misma gracias a la diversificación, pero al aumentar esto y, si no se está preocupando de diversificar en proporciones correctas, se puede perder mucha eficiencia en la misma.

Una buena diversificación con estos activos puede llevar a una alta ganancia en eficiencia, mientras que una mala propuesta (en el caso de algunos países), puede llevar a reducirla en la mitad.

Esto muestra que aún cuando los commodities parecen ser activos que deben ser incluidos en la cartera, se deben estudiar sus implicancias, y que un inversionista debería tener cuidado y buscar expertos que se especialicen en la inversión en estos activos para llegar a un nivel de diversificación adecuado.

Existen preguntas abiertas que pueden ser resueltas en futuros trabajos como, por ejemplo, si el costo que tiene conseguir a un inversionista especializado para cada tipo de commodity es menor que el beneficio de hacerlo, o si existen otras variables ante las cuales los commodities son buenos diversificadores de inversión (por ejemplo, la inflación).

También puede ser fuente de futuras investigaciones el expandir el análisis a otros activos, como la renta fija, derivados, etc.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

Libros:

- Análisis Econométrico. William H. Greene, New Cork University. Tercera Edición 1998.
- Investments, Bodie Kane Marcus, Quinta edición, McGraw Hill, 2003.

Papers:

- Do Precious Metals Shine? An Investment perspective. David Hillier, Paul Draper, Robert Faff. Financial Analyst Journal, N°62, 2006.
- The Benefits of Commodity Investment, 2005 Update. Sin autor. Center for International securities and derivates markets. Junio 2005.
- Risk and Return in commodity futures. Zvi Bodie, Vicotor I. Rosanky. Financial Analyst Journal. Junio 1980.
- The capital asset pricing Model: Theory and Evidence. Eugene F. Fama y Kenneth R. French, Enero 2004
- Time-Varying hedge ratios for non-ferrous metals prices. David G McMillan. School of economic, finance and business, university of Durham. Agosto 2005.
- Bolsa de productos y bolsa agrícola en Chile: Un análisis desde la teoría de carteras. Eduardo Contreras, Sebastián Salinas. Documento de Trabajo, Serie de Gestión, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. Diciembre 2006.
- Inflación e incertidumbre inflacionaria en Chile. Igal Magendzo. Documento de trabajo del Banco Central. Octubre 1997.

Revistas

- Finding funds that zig when blue chip zag, , Karen Damato , "The Wall Street Journal", 17 de Junio 1997.

- How many stocks make a diversified portfolio, Meir Statman, Journal of Financial Quantitative Analysis 22, Septiembre 1987.

Online:

- CIA: "The World Factbook" Sitio web de la CIA (compañía de inteligencia estadounidense) donde se encuentra información para cada país.
 - <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
- LME, bolsa de metales de Londres
 - <http://www.lme.com/>
- CBOT, bolsa de intercambio de commodities de Chicago
 - <http://www.cbot.com/>
- NYMEX, bolsa de intercambio de commodities de Nueva Cork
 - <http://www.nymex.com/index.aspx>
- USGS (US geological survey): Sitio web del gobierno norteamericano sobre los estados y principales
 - <http://www.usgs.gov/>

CAPITULO VII: ANEXOS

ANEXO 1: Pesos de cada activo para llegar a volatilidad de cartera igual a cero

Los dos activos que conforman la cartera tienen la siguiente información:

Activo	Rentabilidad	Volatilidad
A	14%	15%
B	5%	7%

Para demostrar esto se buscará la mínima varianza posible en caso que la correlación entre los activos sea igual a cero.

$$\sigma_c^2 = w^2 \cdot \sigma_A^2 + (1-w)^2 \cdot \sigma_B^2 + 2\rho_{AB} \cdot w \cdot (1-w) \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B$$

Para encontrar el mínimo:

$$\frac{\partial \sigma_c^2}{\partial w} = 2w \cdot \sigma_A^2 - 2(1-w) \cdot \sigma_B^2 + 2\rho_{AB} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B - 4\rho_{AB} \cdot w \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B$$

$$\frac{\partial \sigma_c^2}{\partial w} = 0 \Leftrightarrow 2w_{Min} \cdot \sigma_A^2 - 2(1-w_{Min}) \cdot \sigma_B^2 + 2\rho_{AB} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B - 4\rho_{AB} \cdot w_{Min} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B = 0$$

$$\Leftrightarrow w_{Min} = \frac{\sigma_B^2 - \rho_{AB} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B}{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 - 2 \cdot \rho_{AB} \cdot \sigma_A \cdot \sigma_B} = \frac{\sigma_B \cdot (\sigma_A + \sigma_B)}{(\sigma_A + \sigma_B)^2} = \frac{\sigma_B}{(\sigma_A + \sigma_B)}$$

Reemplazando,

$$\Leftrightarrow w_{Min} = \frac{7\%}{(15\% + 7\%)} = 0,32$$

Con esto se llega a:

$$\sigma_{c,\min}^2 = 0,32^2 \cdot 15\%^2 + (1-0,32)^2 \cdot 7\%^2 - 2 \cdot 0,32 \cdot (1-0,32) \cdot 15\% \cdot 7\% = 0$$

$$R_C^* = 0,32 \cdot 14\% + (1-0,32) \cdot 5\% = 8\%$$

ANEXO 2: Especificaciones de los contratos de Commodities

Cuadro 39: Especificaciones de contratos para metales

	Cobre	Plomo	Níquel	Lata	Zinc
Calidad	Cobre de grado A	Plomo de pureza de 99.970% mínima. Plomo colocado en guarda después del 08/05/2001 debe tener una composición conforme a BS EN 12659:1999	Níquel primario de 99.8% de pureza con análisis químico conforme al actual ASTM: Designado B39 – 79	Lata de pureza mínima de 99.85% y conforme a BS3252:1986.	Zinc de pureza mínima de 99.995% El Zinc colocado en bodega luego del 1 de Nov del 2000 debe adecuarse a el Standard BS EN 1179:1996
Tamaño Del lote	25 toneladas (+/- 2%)	25 toneladas (+/- 2%)	6 toneladas (+/- 2%)	5 toneladas (+/- 2%)	25 toneladas (+/- 2%)
Forma	Cátodos de grado A conforme a BSEN 1978:1998	Lingotes	1.Placas enteras 2. Cátodos 3.Pellets 4.Briquetas	Lingotes	Lingotes
Peso	Cada cátodo colocado no podrá pesar más de 4 tons.	Hasta 55kg cada uno. Cada paquete no debe exceder las 1.2 toneladas	1. No debe exceder las 1.6 tons. 2 a 4 En cajas sólidas con un peso neto equitativo, entre 150 kgs y 500 kgs	De 12 – 50 kgs cada uno. Cada paquete no puede exceder las 1.2 toneladas	Hasta 30 kg cada uno. Cada lote colocado en bodega debe tener un peso que no exceda las 1.5 tons.
Fecha de entrega	Diariamente por tres meses. Luego cada miércoles de 3 a 6 meses, luego cada tercer miércoles desde los 7 a los 63 meses.	Diariamente por tres meses, luego cada miércoles por los próximos tres, y luego cada tercer miércoles por los próximos 9 a 15 meses.	Diariamente por tres meses, luego cada miércoles por los próximos tres, y luego cada tercer miércoles por los próximos 21 a 27 meses.	Diariamente por tres meses, luego cada miércoles por los próximos tres, y luego cada tercer miércoles por los próximos 9 a 15 meses	Diariamente por tres meses, luego cada miércoles por los próximos tres, y luego cada tercer miércoles por los próximos 21 a 27 meses
Cuota	Dólares por tonelada	Dólares por tonelada.	Dólares por tonelada	Dólares por tonelada	Dólares por tonelada
Movimiento mínimo al precio ¹⁶	Franqueo: \$0.5 Lleva: \$0.01	Franqueo: \$0.5 Lleva: \$0.01	Franqueo: \$5.0 Lleva: \$0.01	Franqueo: \$5.0 Lleva: \$0.0	Franqueo: \$0.5 Lleva: \$0.01
Monedas aceptadas	Dólares, Yen, Libras esterlinas, Euro	Dólares, Yen, Libras esterlinas, Euro	Dólares, Yen, Libras esterlinas, Euro	Dólares, Yen, Libras esterlinas, Euro	Dólares, Yen, Libras esterlinas, Euro

Fuente: LME

¹⁶ Se muestra solo un tipo de precio disponible en la bolsa e intercambio, el precio "Ring"

Los metales preciosos son principalmente intercambiados en la bolsa de Nueva York, y los contratos que los describen son los siguientes:

Cuadro 40: Especificaciones de contratos para metales preciosos

	Oro	Plata	Paladio
Calidad	Pureza no menor a 995	Pureza no menor a .999	Pureza no menor a .9995
Tamaño del lote	Cada contrato es por 100 onzas (+/- 5%)	Cada contrato es por 5.000 onzas (+/- 6%)	Cada contrato es por 100 onzas (+/- 5%)
Forma	En una barra o en tres barras de 1 kilogramo	En barras de 1.000 o 1.100 onzas cada una.	Ninguna pieza debe pesar menos de 100 onzas
Peso	100 onzas	5.000 onzas	100 onzas
Fecha de entrega	Primer día hábil del mes	Primer día hábil del mes	Depende del acuerdo
Cuota	Dólares americanos, centavos por onza	centavos por onza	Dólares americanos, centavos por onza
Movimiento mínimo al precio	\$10 por contrato	\$25 por contrato	\$5 por contrato
Monedas aceptadas	Dólares americanos	Dólares americanos	Dólares americanos

Fuente: NYMEX

Las principales características de los contratos de energía transados en la Bolsa de Nueva Cork son los siguientes:

Cuadro 41: Especificaciones de contratos para metales preciosos

	Petróleo	Gas Natural
Calidad	Standares industria para petróleo N°2	Calidad de los tubos de entrega al momento del contrato
Tamaño del lote	1.000 barriles	10 millones de BTU
Última fecha de entrega	Después del quinto día hábil del mes y antes del último luego del acuerdo	Entrega debe ser antes del último día de calendario del mes.
Cuota	Dólares por galón	Dólares por BTU
Movimiento mínimo al precio	US\$ 4.20 por contrato	\$10 por contrato
Monedas aceptadas	Dólares Americanos	Dólares Americanos

Fuente: NYMEX

En el caso del petróleo y el gas no tiene sentido hablar de peso de la entrega, y como se puede observar en este caso se tienen especificaciones de calidad relacionadas a otros organismos (en el caso del gas al tubo con el que se realizará la entrega).

Cuadro 42: Especificaciones de contratos para granos

	Trigo	Maíz
Calidad	Nº 2 invierno rojo suave, Nº 2 invierno rojo duro, Nº 2 resorte norteño oscuro, y Nº 2 resorte norteño a precio par; Nº 1 invierno rojo suave, Nº 1 invierno rojo duro, Nº 1 resorte norteño oscuro y Nº 1 resorte norteño en 3 centavos por sobre el precio de contrato por bushel ¹⁷ .	Nº 2 amarillo a precio par, Nº 1 amarillo 1 ½ centavos por sobre el precio par por bushel, Nº amarillo 3 a 1 1/2 centavos por bajo el precio par por bushel
Tamaño del lote	5.000 bushels	5.000 bushels
Última fecha de entrega	El séptimo día luego del mes de entrega	El segundodía luego del mes de entrega
Cuota	Centavos por Bushel	Centavos por Bushel
Movimiento mínimo al precio	\$12,5 por contrato	\$12,5 por contrato
Monedas aceptadas	Dólares americanos	Dólares americanos

Fuente: CBOT

¹⁷ El bushel es una unidad norteamericana para la medida de commodities secos

ANEXO 3: Descripción de los países

En este anexo se realizará una descripción de los países en estudio durante este trabajo. Este se dividirá en los países de América, de Europa y Australia más los países de Asia.

Los países en estudio serán descritos en función de su población, de su producto bruto por capita (en paridad de poder de compra), en los principales productos agrícolas que producen, sus industrias, importaciones y exportaciones.

Cuadro 43: Descripción de los países de América

	Canadá	Chile	EEUU
Población	33.390.141	16.284.741	301.139.947
GDP per Capita ¹⁸	\$38.951	\$8.864	\$44.190
Productos Agricultura	Trigo, cebada, gárgola, tabaco, frutas, vegetales.	Uvas, manzanas, peras, cebollas, trigo, maíz, avena, melocotones, ajo, espárrago, habas.	Trigo, maíz, otros granos, frutas, vegetales, algodón.
Industrias	Minerales procesados y sin procesar, equipos de transporte, productos químicos, productos alimenticios, productos de madera y papel, productos pesqueros, petróleo y gas natural.	Cobre, otros minerales, comestibles, procesamiento de pescados, hierro y acero, madera y los productos de madera, equipos de transporte, cemento, textiles.	Petróleo, acero, vehículos de motor, telecomunicaciones, productos químicos, electrónica, transformación de los alimentos, bienes de consumo, madera de construcción, minería.
Exportación	Piezas y motores de vehículos, maquinaria industrial, avión, equipo de telecomunicaciones; productos químicos, plásticos, fertilizantes; pulpa de madera, madera, petróleo, gas natural, electricidad, aluminio.	Cobre, fruta, productos pesqueros, papel y pulpa, productos químicos, vino.	Productos agrícolas, fuentes industriales, mercancías de capital, bienes de consumo
Importación	Maquinaria y equipo, piezas y motores de vehículos, productos químicos, electricidad, bienes de consumo durables.	Petróleo y productos de petróleo, productos químicos, equipos eléctricos y de telecomunicaciones, maquinaria industrial, vehículos, gas natural.	Productos agrícolas, fuentes industriales, mercancías de capital, bienes de consumo.

Fuente: CIA. "The World Factbook", FMI Dic. 2006

¹⁸ En dólares americanos

Los datos anteriores muestran la variedad de industrias y de mercados (tanto exportadores como importadores) que se encuentran en la región de América. El siguiente cuadro mostrará al primer grupo de países europeos, en los que se podrán ver los mismos indicadores mostrados anteriormente:

Cuadro 44: Descripción de los países de Europa (1)

	Alemania	España	Holanda	Italia
Población	82.400.996	40.448.191	16.570.613	58.147.733
GDP per Capita	\$35.203	\$27.767	\$40.751	\$31.790
Productos Agricultura	Patatas, trigo, cebada, remolachas, fruta, coles.	Granos, vegetales, aceitunas, vino de uvas, remolachas, fruta cítrica	Granos, patatas, remolachas, frutas, vegetales; ganado	Frutas, vegetales, uvas, patatas, remolachas, granos de soja, aceitunas.
Industrias	Hierro, acero, carbón, cemento, productos químicos, maquinaria, vehículos, herramientas, electrónica, alimento y bebidas, construcción naval, textiles	Textiles, alimento y bebidas, metales, productos químicos, construcción naval, automóviles, herramientas, turismo, arcilla y los productos refractarios, calzado, productos farmacéuticos, equipo médico	Industrias agrícolas, productos de metal y de ingeniería, equipamiento y maquinaria eléctrica, productos químicos, petróleo, construcción, microelectrónica, pesca	Turismo, maquinaria, hierro y acero, productos químicos, transformación de los alimentos, textiles, vehículos de motor, ropa, calzado, cerámica
Exportación	Maquinaria, vehículos, productos químicos, metales y manufactura, comestibles, textiles	Maquinaria, vehículos a motor; comestibles, productos farmacéuticos, medicinas, otros bienes de consumo	Maquinaria y equipo, productos químicos, combustibles; comestibles	Productos para la ingeniería, textiles y ropa, maquinaria para producción, vehículos a motor, productos químicos;; minerales, y metales
Importación	Maquinaria, vehículos, productos químicos, comestibles, textiles, metales	Maquinaria y equipo, combustibles, productos químicos, mercancías semielaboradas, comestibles, bienes de consumo, el medir	Maquinaria y de equipo transporte, productos químicos, combustibles, comestibles, ropa	Productos para la ingeniería, productos químicos, equipos de transporte, energía, minerales y metales no ferrosos, textiles y ropa; alimento, bebidas, y tabaco

Fuente: "The CIA World Factbook" , FMI Dic. 2006

A continuación se mostrará el segundo bloque de países europeos, utilizando las mismas métricas que se utilizaron en el cuadro anterior.

Cuadro 45: Descripción de los países de Europa (2)

	Suecia	Suiza	Inglaterra
Población	9.031.088	7.554.661	60.776.238
GDP per Capita	\$42.382	\$51.770	\$39.213
Productos Agricultura	Cebada, trigo, remolachas.	Granos, frutas, vegetales, huevos	Cereales, gárgola, patatas, vegetales; ganados
Industrias	Hierro y acero, equipos de precisión (cojinetes, piezas de radio y de teléfono, armamentos), pulpa de madera y productos del papel, alimentos procesados, vehículos a motor	Maquinaria, productos químicos, relojes, textiles, instrumentos de precisión, turismo, actividades bancarias, y seguros	Máquinas de herramientas, equipos de energía eléctrica, equipos automáticos, equipos de ferrocarriles, construcción naval, aeronáutica, vehículos y piezas de motor, equipos de electrónica y telecomunicaciones, metales, productos químicos, carbón, petróleo, papel y productos del papel, transformación de los alimentos, textiles, ropa, otros bienes de consumo
Exportación	Maquinaria, vehículos de motor, productos de papel, madera y la pulpa productos químicos	Maquinaria, productos químicos, metales, relojes, productos agrícolas	Productos manufacturados, combustibles, productos químicos; alimentos, bebidas, tabaco
Importación	Maquinaria, petróleo y productos de petróleo, productos químicos, vehículos de motor, hierro y acero; comestibles, ropa	Maquinaria, productos químicos, vehículos, metales; productos agrícolas, textiles	Productos manufacturados, maquinaria, combustibles; comestibles

Fuente: "The CIA World Factbook", FMI Dic. 2006

Finalmente se introducirán los resultados de Australia y los países de Asia en estudio.

Cuadro 45: Descripción de los países de Asia y Australia

	Australia	Hong Kong	Japón
Población	20.434.176	6.980.412	127.433.494
GDP per Capita	\$36.553	\$27.466	\$34.188
Productos Agricultura	Trigo, cebada, caña de azúcar, frutas.l	Verduras frescas.	Arroz, remolachas, vegetales, frutas.
Industrias	Minería, equipo industrial y de transporte, procesamiento de alimentos, productos químicos, acero	Textiles, ropa, turismo, actividades bancarias, carga, electrónica, plásticos, juguetes, relojes	Vehículos a motor, equipos electrónicos, máquinas de herramientas, de acero y metales no ferrosos, naves, productos químicos, textiles, alimentos procesados
Exportación	Carbón, oro, carne, lanas, aluminio, mineral de hierro, trigo, maquinaria y equipo de transporte	Maquinaria y aplicaciones eléctricas, textiles, moda, calzado, relojes, juguetes, plásticos, piedras preciosas, material impreso	Equipos de transporte, vehículos de motor, semiconductores, maquinaria eléctrica, productos químicos
Importación	Maquinaria y equipos de transporte, computadoras y máquinas de oficina, equipos y piezas de telecomunicaciones; productos del petróleo y petróleo crudo	Materias primas y semi-manufacturadas, bienes de consumo, mercancías de capital, comestibles, combustible (se reexporta la mayoría)	Maquinaria y equipamiento, combustibles, comestibles, productos químicos, textiles, materias primas

Fuente: "The CIA World Factbook", FMI Dic. 2006

ANEXO 4: Construcción de índices Dow Jones

Los índices Dow Jones de titanés están diseñados para servir como base para productos vinculados a índices y en particular para fondos mutuos y productos derivados. Cada índice está construido mediante una selección de compañías de su respectivo país, buscando el objetivo de optimizar los factores más importantes para los índices de inversión: liquidez, costos de transacción y revisar el error contra el indicador global del mercado.

La metodología y los supuestos clave son los siguientes:

1. Los dividendos obtenidos por las acciones son reinvertidos en ellas.
2. Existe un valor y un año base para cada país en estudio.
3. Los miembros de la familia son índices Layspeyres, esto quiere decir que mide los cambios de precio contra un peso fijado en forma fija por un período.
4. Los precios de las acciones son dados por Reuters, y se utiliza el último precio del día para computar el resultado del índice.
5. Los índices tienen dos decimales de precisión.
6. Los pesos dentro del índice están relacionados con la cantidad de capitalización. Existe un peso máximo para cada integrante del índice, el que depende del mercado en cuestión.

Las acciones elegidas para formar parte de los índices Dow Jones son las más grandes y más líquidas del mercado. Las reglas de inclusión / exclusión son:

1. Cualquier activo tenga más de 10 días sin ser intercambiado en el último cuarto es excluido, a menos que la causa sea algo temporal. Se realizan revisiones en activos cuando una compañía entra en proceso de quiebra, está en proceso de fusión, está siendo comprada, o si fue suspendida del mercado.
2. La lista de selección de cada índice está compuesta por las compañías top de cada país basado en la capitalización bursátil. El número de selección por país es igual al número final de activos multiplicado por dos.
3. La lista final de componentes se determina basado en el tamaño de la acción más la liquidez. Para realizar el ranking en primer lugar se ve la capitalización bursátil flotante y el número de días en que fue vendida en el mercado, luego se ordenan por ranking final, que es una composición del ranking de tamaño más de liquidez. Las acciones se seleccionan hasta cumplir la cuota deseada.

Los índices son revisados anualmente, y los cambios antes de ser realizados se avisan con dos semanas de anticipación.

Además de esto, los índices se revisan continuamente, y en caso de haber un evento que deba ser ajustado en los índices (los mismos mostrados anteriormente), el índice será cambiado, y se anunciará dicho cambio (dentro de lo posible) con dos días de anticipación.

ANEXO 5: Código en E-views para regresiones

El código utilizado para realizar las regresiones de CAPM extendido es el siguiente:

```
for %y coppers cornf goldf golds grainsf leads natural_gas01 nickels oil pallads silverf  
silvers tins wheatf zincs  
  for %x ale aus can chil esp global hk hol ita jap sue sui uk usa  
    equation {%y}{%x}.ls {%y} c BETA {%x} D. R.{%x} D. V. {%x}  
  next  
next
```

De esta forma el programa entregó los resultados de regresiones en E-views

ANEXO 6: Poder de eficiencia de carteras al incluir commodities

En el siguiente cuadro se muestra los distintos factores de eficiencia de carteras para un nivel dado de retorno, comparando la cartera de países con la cartera que incluye tanto países como commodities, ambas obtenidas mediante la metodología de Markowitz.

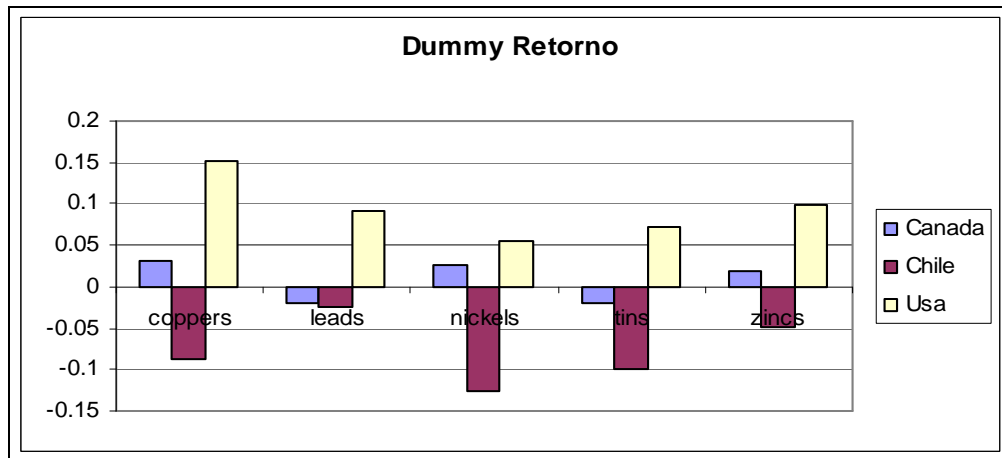
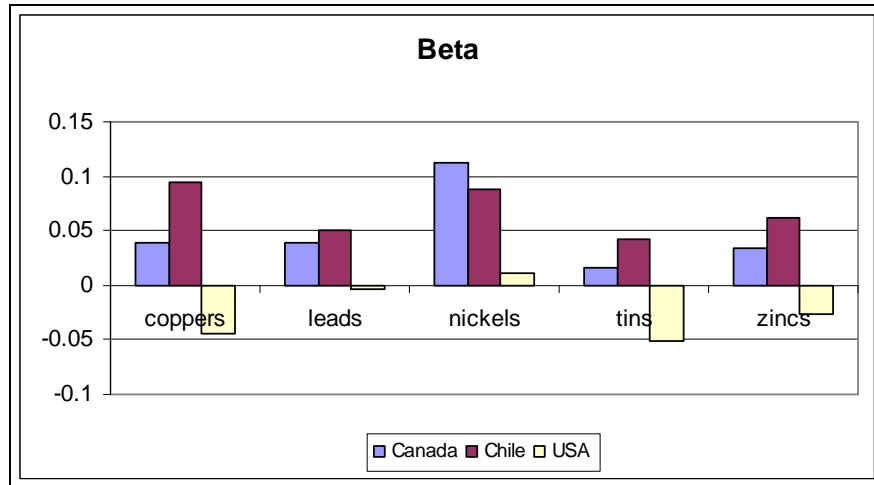
Retorno (anual)	λ
-1.67%	3.79
-0.19%	3.90
1.30%	3.96
2.79%	3.90
4.28%	3.68
5.77%	3.30
7.25%	2.80
8.74%	2.32
10.23%	1.92
11.72%	1.65
13.21%	1.47
14.69%	1.37
16.18%	1.32
17.67%	1.30
19.16%	1.30
20.64%	1.32
22.13%	1.33

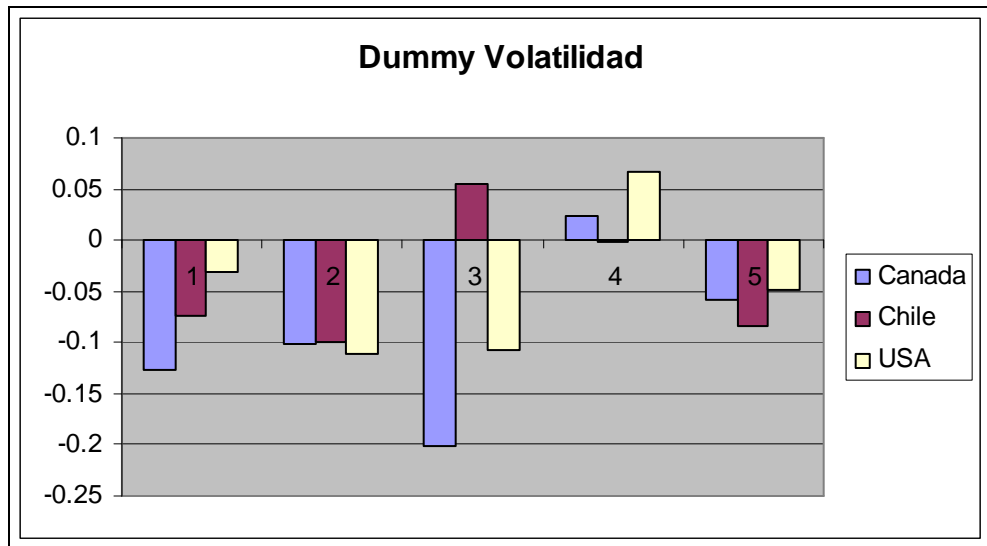
ANEXO 7: Versión gráfica del poder diversificador

En este anexo se revisará los gráficos que muestran los resultados de los estudios de metales para casos de alta volatilidad y bajo retorno.

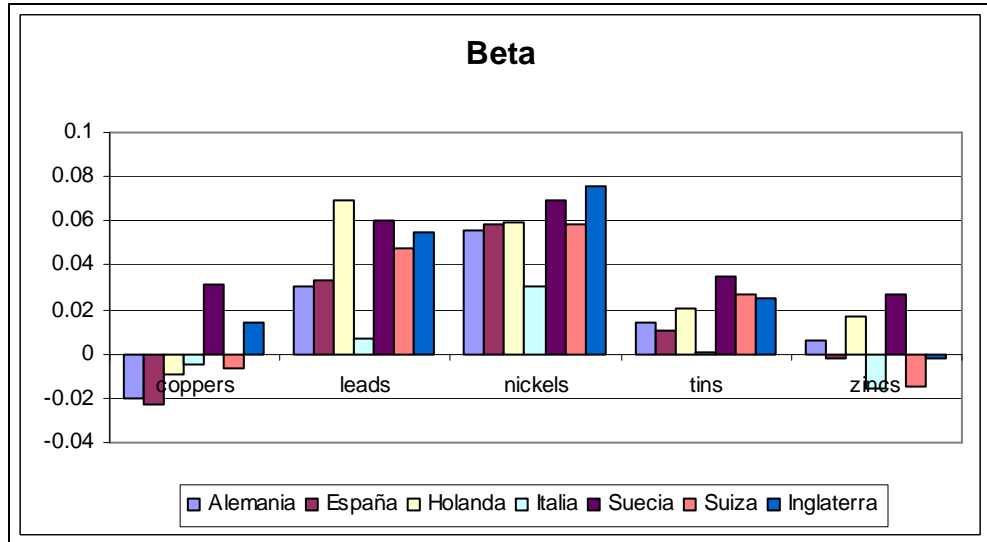
Caso de Metales

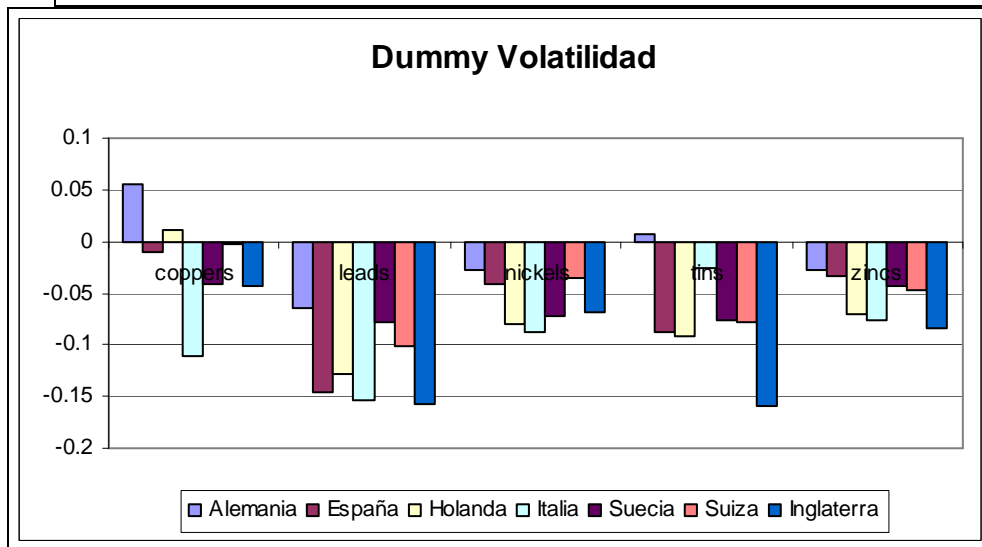
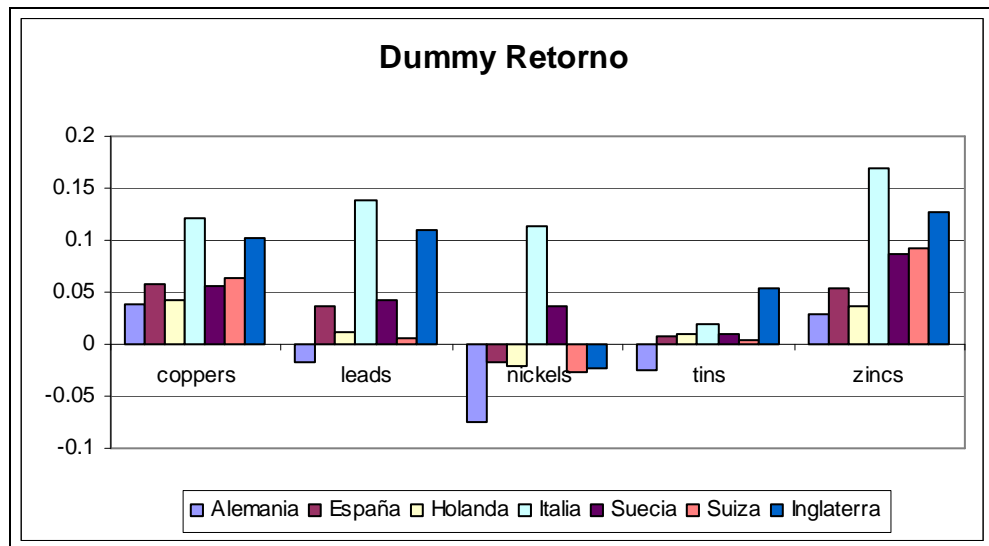
América



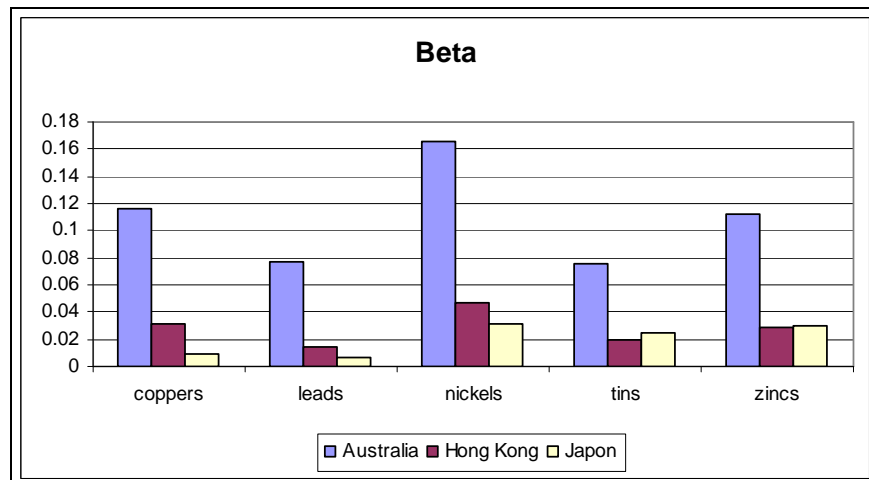


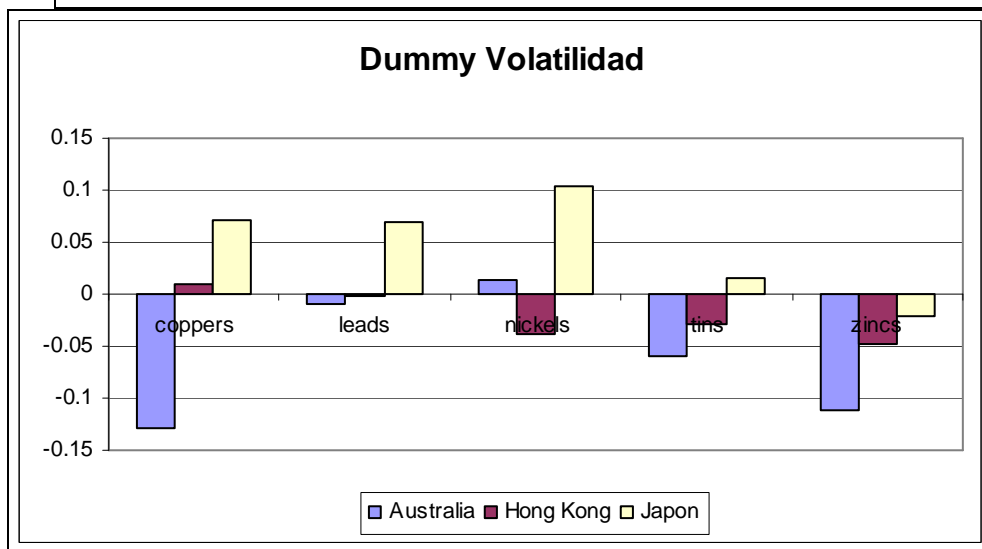
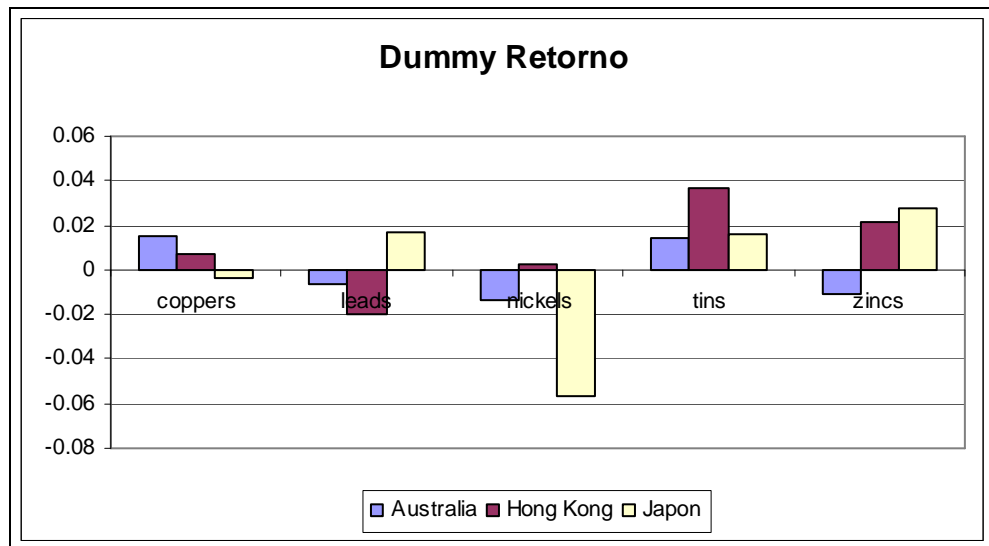
Europa





Asia y Oceanía

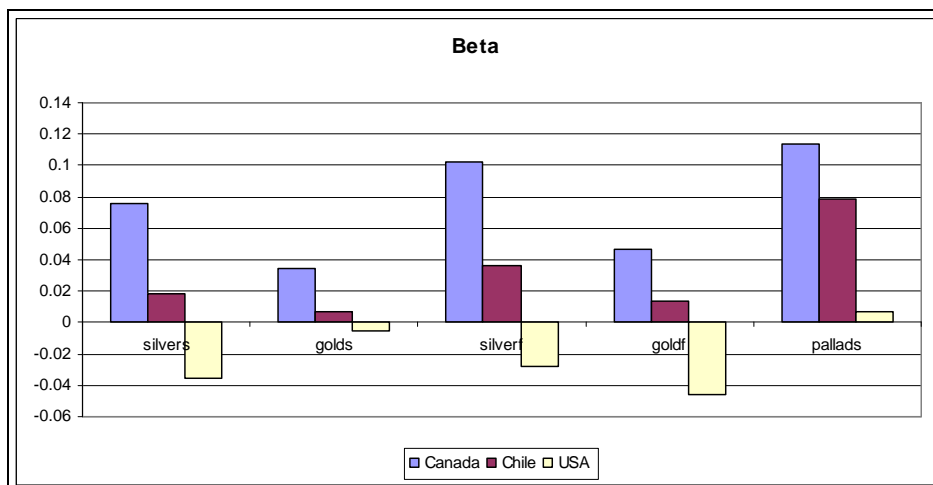


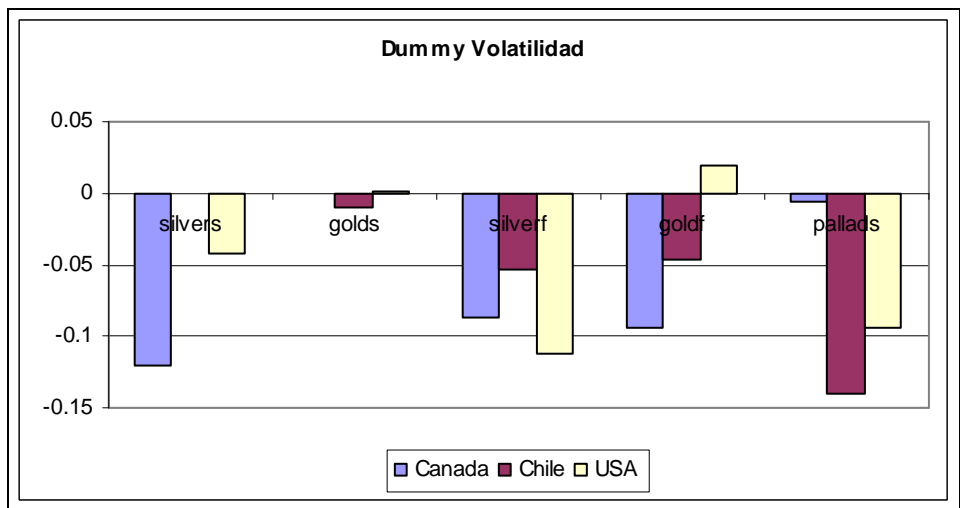
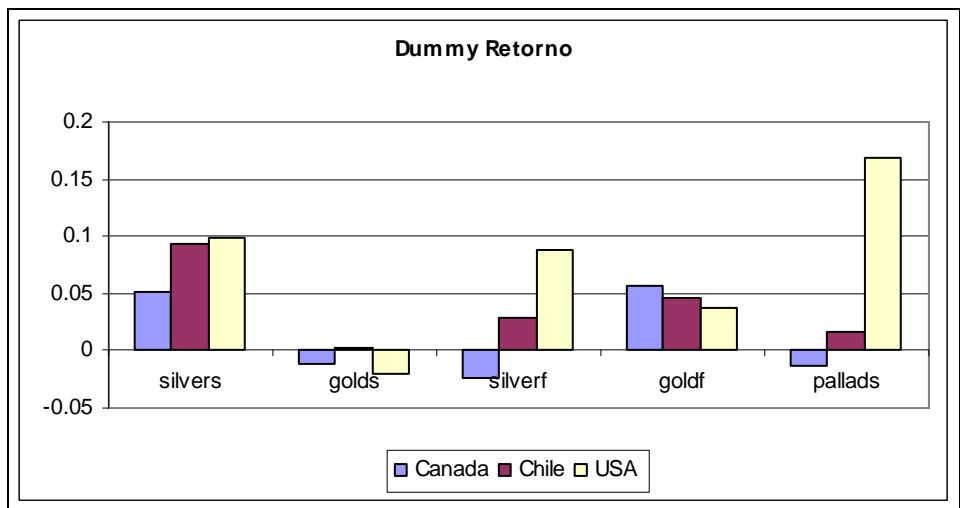


Fuente: Elaboración Propia

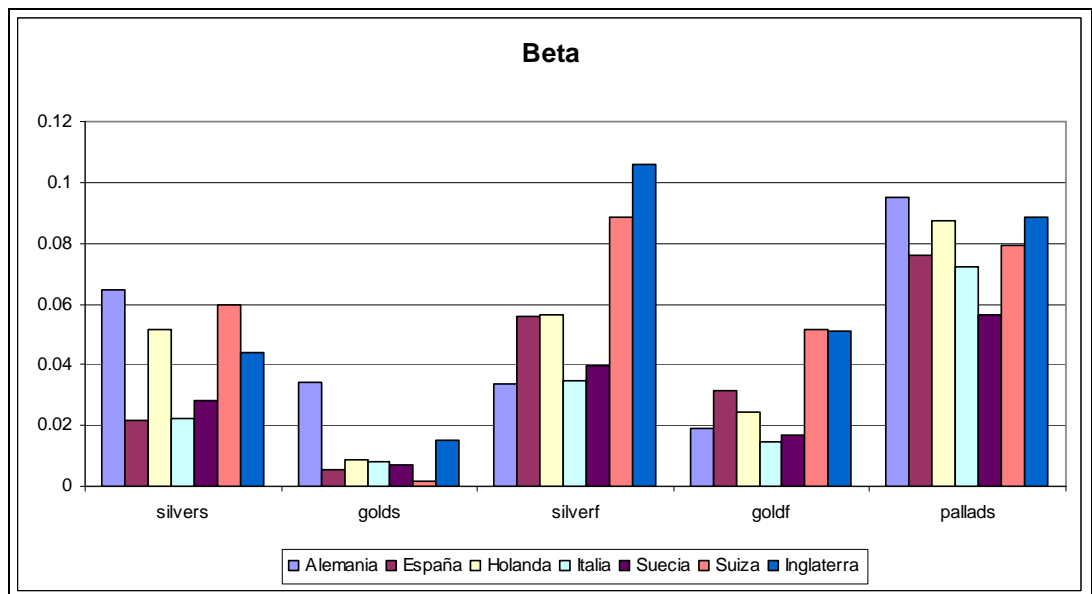
Caso de Metales Preciosos

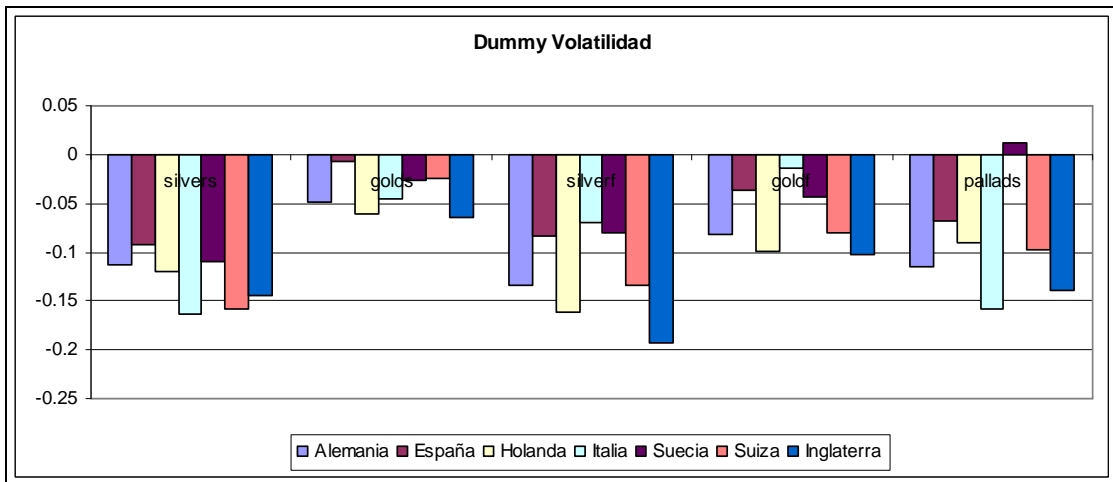
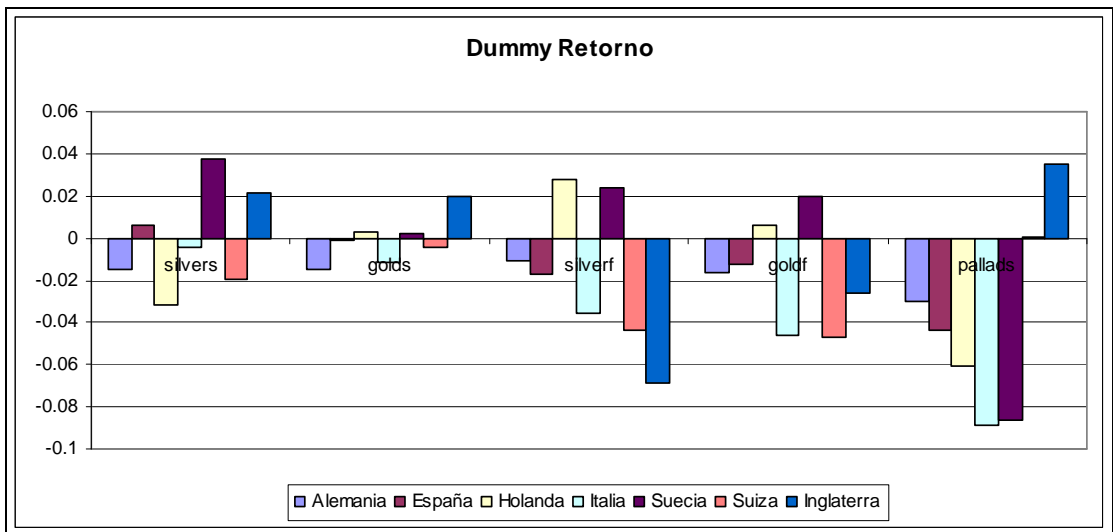
América



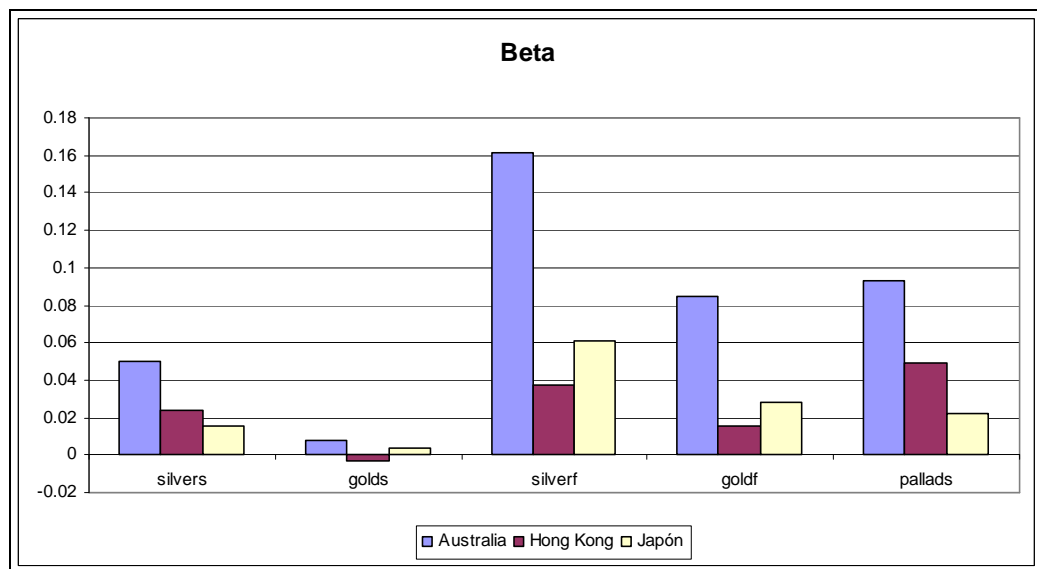


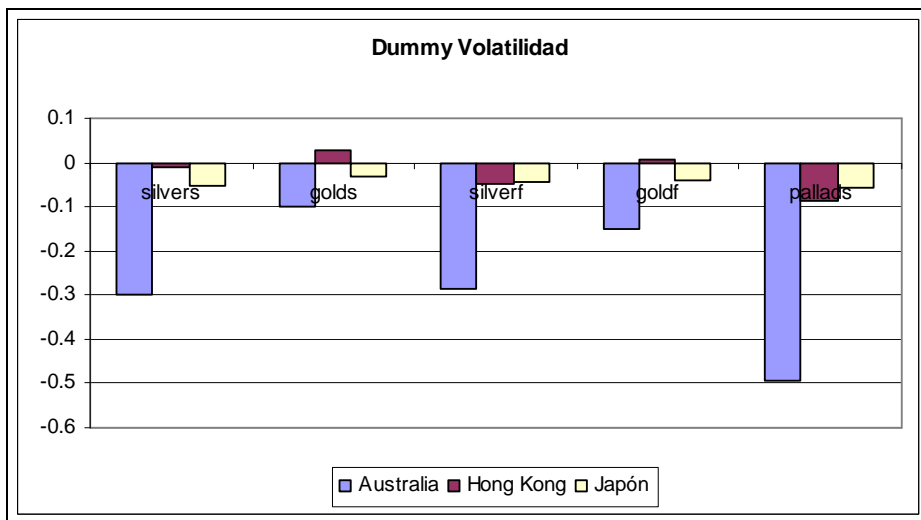
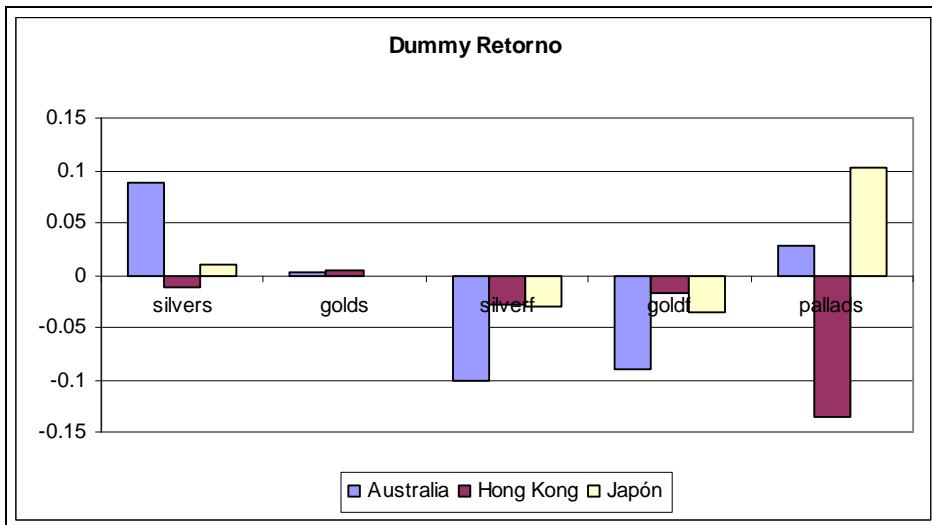
Europa





Asia y Oceanía

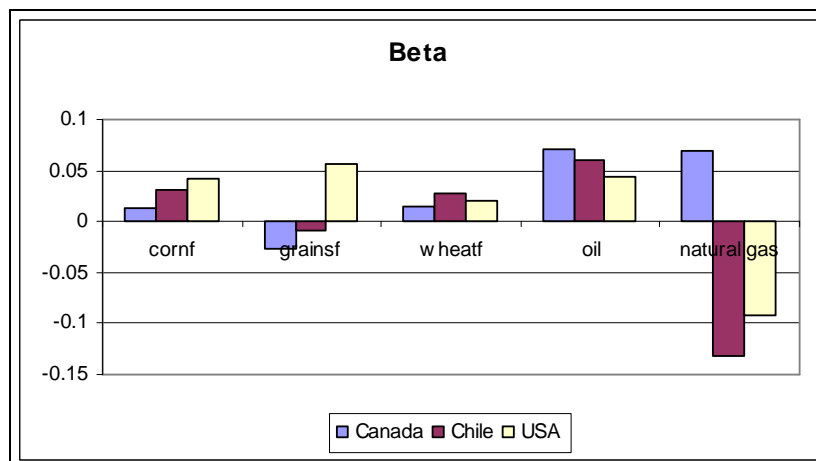


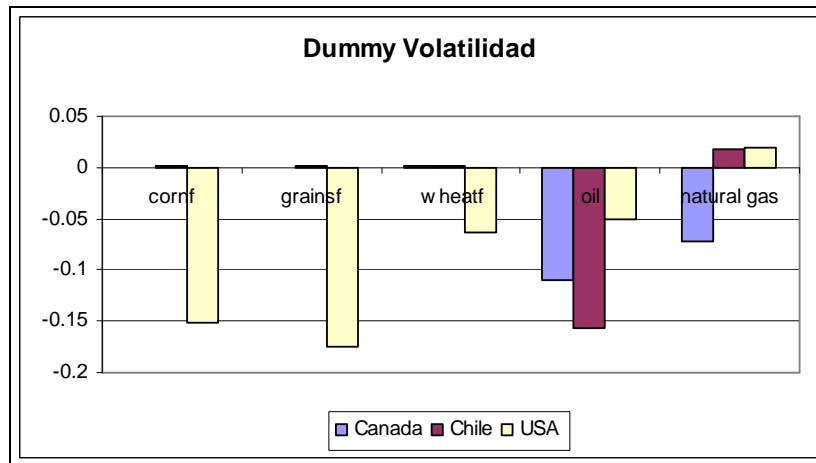
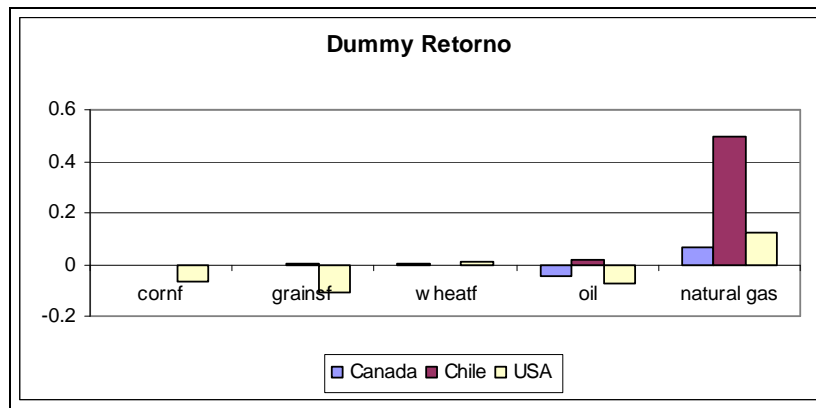


Fuente: Elaboración Propia

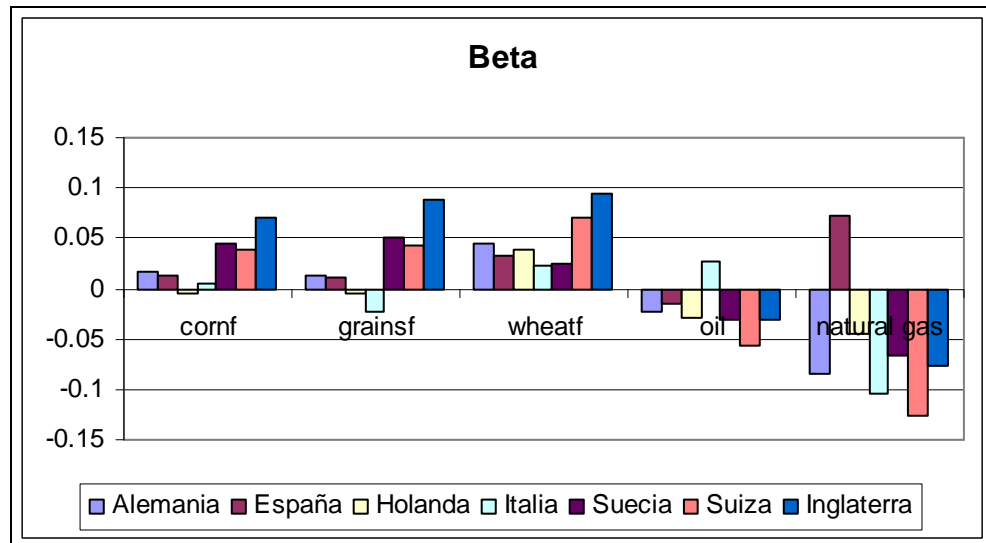
Caso de Granos y Energía

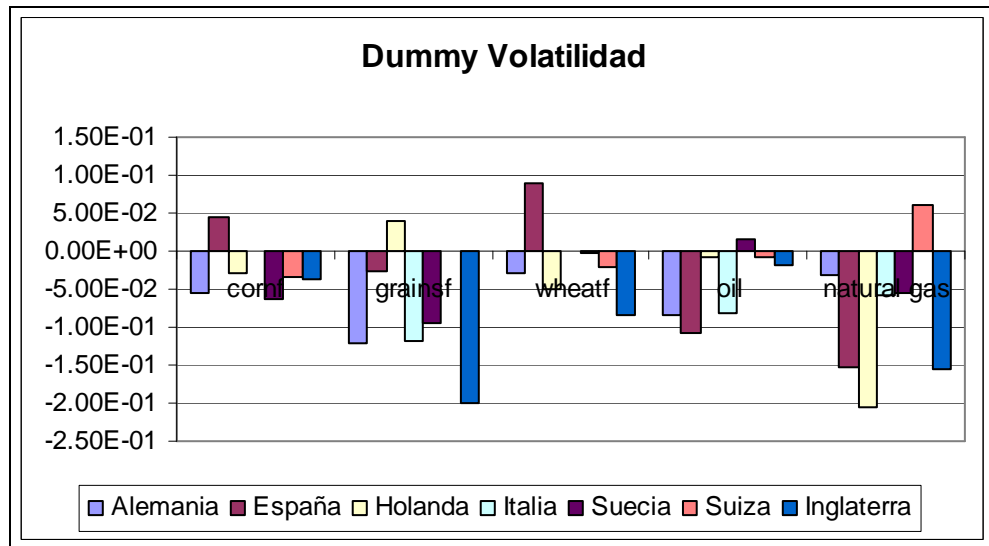
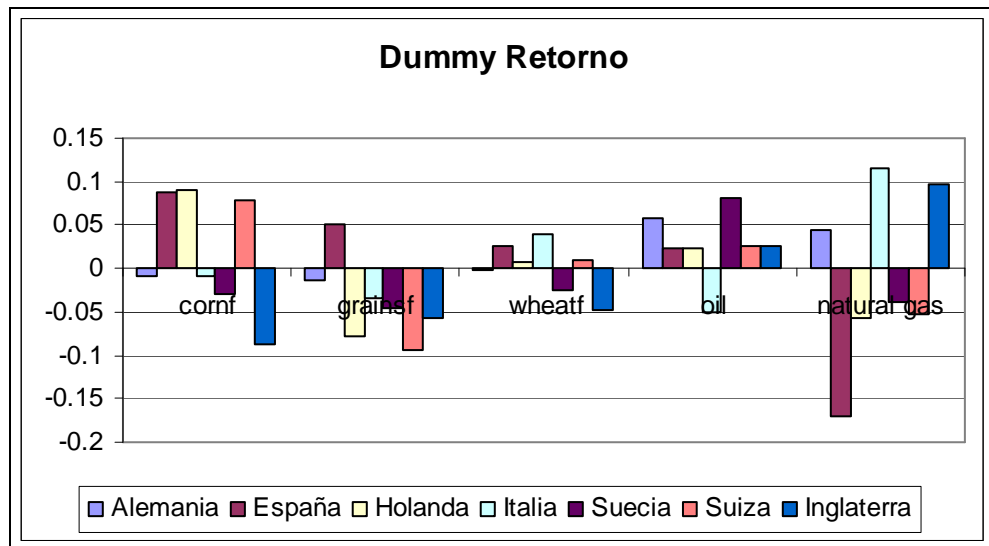
América





Europa





Asia y Oceanía

