

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

**VALENTINA OSPINA DUQUE
VICTORIA EUGENIA TANGARIFE TRUJILLO**



**Universidad Tecnológica
de Pereira
2008**

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES – MERCADO
COLOMBIANO**

VALENTINA OSPINA DUQUE

VICTORIA EUGENIA TANGARIFE TRUJILLO

**Director de Proyecto de grado:
MSC. EDUARDO ARTURO CRUZ TREJOS**

**Anteproyecto de grado presentado como requisito para obtener el título de
pregrado de:
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PEREIRA-RISARALDA
2008**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado

Director de Tesis

Pereira. Junio de 2008

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

AL INGENIERO EDUARDO ARTURO CRUZ TREJOS
POR SU ACOMPAÑAMIENTO DURANTE
LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.
A NUESTRAS FAMILIAS POR BRINDARNOS
TODAS LAS POSIBILIDADES
PARA LLEGAR A SER QUIENES SOMOS.
Y A TODOS LOS QUE HICIERON PARTE
DE ESTA IMPORTANTE ETAPA
DE NUESTRAS VIDAS.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN DEL TRABAJO	2
1.1 RESUMEN	2
1.2 ABSTRACT.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3.1 DIAGNÓSTICO SITUACIÓN PROBLEMA.....	2
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
4. DELIMITACIÓN.....	2
5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
5.1 OBJETIVO GENERAL	2
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
6. JUSTIFICACIÓN	2
7. MARCO REFERENCIAL	2
7.1 MARCO TEÓRICO	2
7.2 MARCO CONCEPTUAL	2
7.3 MARCO LEGAL: NORMATIVIDAD.....	2
7.4 MARCO SITUACIONAL	2
8. DISEÑO METODOLÓGICO.....	2
8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	2
8.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
9. MEDICIÓN DEL VAR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES - MERCADO COLOMBIANO.....	2
9.1 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RIESGO DEL MERCADO	2
9.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PORTAFOLIOS DE ACCIONES.....	2
9.3 PORTAFOLIO - MÉTODO VARIANZA COVARIANZA O DELTA NORMAL.....	2
9.4 PORTAFOLIO - MÉTODO SIMULACIÓN HISTÓRICA	21
9.5 PORTAFOLIO - MÉTODO SIMULACIÓN DE MONTE CARLO	2
9.6 ANÁLISIS COMPARATIVO.....	2

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

10. CONCLUSIONES.....	2
11. RECOMENDACIONES.....	2
12. BIBLIOGRAFIA.....	2
13. ANEXOS	2

TABLA DE CONTENIDO FORMATOS

FORMATO No.1 Análisis Fundamental	43
FORMATO No.2 Indicadores Financieros Bursátiles.....	45
FORMATO No.3 Maximizar Rentabilidad - Minimizar Riesgo	49
FORMATO No.4 Nivel de rentabilidad - Posibilidad de pérdida o ganancia	55
FORMATO No.5 Portafolio con dos acciones.....	56
FORMATO No.6 Conjunto Eficiente	59
FORMATO No.7 Variaciones - Rentabilidad - Riesgo	66
FORMATO No.8 Matriz Varianza/Covarianza.....	68
FORMATO No.9 Ponderación de la Inversión	70
FORMATO No.10 Portafolio	73
FORMATO No.10.1 Max. Rentabilidad.....	73
FORMATO No.10.2 Mín Riesgo	2
FORMATO No.11 Conjunto Eficiente.....	2
FORMATO No.12 Datos Método Monte Carlo.....	2
FORMATO No.13 Variaciones Método Monte Carlo.....	85
FORMATO No.14 Volatilidad.....	85
FORMATO No.15 Parámetros Acciones	93
FORMATO No.16 Matriz Varianza Covarianza.....	94
FORMATO No.17 Ponderación de la Inversión.....	104
FORMATO No.18 Portafolio Monte Carlo.....	109

1. RESUMEN DEL TRABAJO

1.1 RESUMEN

En el presente trabajo se presentan de una manera clara tres elementos claves: Orientación de la Bolsa de Valores de Colombia en el mercado público accionario, la normatividad vigente para la evaluación de riesgo en los portafolios de acciones y el desarrollo del valor en riesgo VaR, con la aplicación de los métodos de Simulación Histórica, Simulación de Monte Carlo y Varianza y Covarianza.

1.2 ABSTRACT

This paper develops in a clear way three key elements: the orientation of the Colombian Stock Exchange in the public stock market, the current regulations for the assessment of risk in the portfolios of stocks and the methodology to evaluate the Value at Risk (VaR) for portfolios with methods like Historical Simulation, Monte Carlo Simulation and Variance and Covariance.

2. INTRODUCCIÓN

El dinamismo y transformación del mercado de capitales que se ha venido presentado en Colombia, la globalización, avance e integración de las economías, hace necesario conocer y abordar diferentes instrumentos y metodologías que le permitan a los inversionistas tener claridad y seguridad en el proceso de valoración de sus portafolios de acciones.

El empeño creciente de la Bolsa de Valores de Colombia por involucrar a los ciudadanos en la dinámica del mercado público accionario implica ahondar en conocimiento para la construcción y valuación de portafolios de acciones lo que proporciona herramientas esenciales de sostenibilidad de los capitales.

La gran aceptación por parte de los colombianos al involucrarse en los nuevos escenarios de inversión en acciones gracias a la democratización de la propiedad de grandes empresas como ECOPETROL, ISA, ISAGEN y ETB, establece un nuevo marco de acción en donde se hace necesario tener claridad en todos los aspectos relacionados con la dinámica del mercado público accionario. Es por esto, que se hace necesario aplicar metodologías para la construcción de portafolios de acciones diversificados, en donde los elementos claves de una inversión: rentabilidad y riesgo se evalúen sistemáticamente, en conjunto, observando los efectos de cada uno de ellos, de tal manera que se puedan visualizar escenarios de aceptación, de seguridad y de competitividad.

De lo anterior se deriva la importancia de establecer medidas de riesgo que permitan determinar la posibilidad de que el rendimiento real proveniente de poseer un valor se desvíe del valor esperado, por tal motivo el enfoque que se le da al presente estudio consiste en determinar el VaR en la construcción de portafolios de acciones, que permite cuantificar la pérdida máxima que puede tener una cartera en un intervalo de tiempo con un nivel de confianza dado, bajo condiciones normales de mercado (Jorion, 200); lo que establece el punto de partida básico para la gestión de carteras y la administración de portafolios de acciones.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DIAGNÓSTICO SITUACIÓN PROBLEMA

La confianza por parte de los inversionistas, el crecimiento de la economía del país y la intención del gobierno por realizar inversiones importantes y desarrollar la infraestructura de la nación para los próximos años son acciones positivas que se suman a la buena noticia del apoyo continuo del gobierno que permite un desarrollo del mercado público accionario en Colombia.

Hace una década, en donde los promedios de transacción accionaria en bolsa eran inferiores a USD 1 millón diarios y que hoy en día se aproximan a USD 40 millones con expectativas de seguir creciendo gracias al ingreso de grandes empresas como ISA, ISAGEN, ETB y ECOPETROL; y adicional a esto se espera la entrada de otras compañías, son muestra de la confianza en las empresas, los empresarios locales y en el mercado público de valores, donde la democratización juega un papel primordial para generar dicho escenario.

Los buenos resultados obtenidos, son fuertes razones para convencernos de la importancia de conocer la dinámica que involucra el mercado público accionario. Los esfuerzos que esta desarrollando la BVC para lograr que los ciudadanos colombianos se involucren cada vez más con las actividades de la misma son cada vez mayores, de ahí que se hace necesario establecer una metodología que permita la apropiación de conceptos y herramientas financieras para la optimización de portafolios según la normatividad existente.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PREGUNTA PRINCIPAL

¿Cómo se mide el valor en riesgo de un portafolio de acciones en el mercado colombiano?

PREGUNTAS SECUNDARIAS

¿Qué factores inciden en el riesgo del mercado?

¿Cómo construir un portafolio de acciones?

¿Cómo se calcula el riesgo de un portafolio de acciones por el método de Simulación Histórica?

¿Cómo se calcula el riesgo de un portafolio de acciones por el método de Simulación de Monte Carlo?

¿Cómo se calcula el riesgo de un portafolio de acciones por el método de Varianza Covarianza?

¿Qué ventajas o desventajas tiene el método de Simulación Histórica, el método de Simulación de Monte Carlo y el método de Varianza Covarianza?

4. DELIMITACIÓN

Este proyecto tiene como centro de estudio la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), entidad que surge con la integración en el año 2001 de las tres bolsas de valores independientes que existían en el país; Bolsa de Bogotá (1928), Bolsa de Medellín (1961) y Bolsa de Occidente (Cali, 1983); con el fin de crear un único mercado de acciones y otros valores de Colombia, organizado a través de la estructura de bolsa e inscrita en el mercado de valores como una entidad de carácter privado público.

Se encuentra consolidada para administrar los mercados accionario, cambiario, de derivados y de renta fija; impulsando el desarrollo y crecimiento del mercado de activos financieros en el país.

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la medición del valor en riesgo de un portafolio de acciones en el mercado colombiano.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los factores que inciden en el riesgo del mercado
- Desarrollar una metodología para la construcción de portafolios de acciones
- Desarrollar un portafolio por el método de Simulación Histórica
- Desarrollar un portafolio por el método de Simulación de Monte Carlo
- Desarrollar un portafolio por el método de Varianza Covarianza.
- Realizar un análisis comparativo entre los 3 métodos desarrollados determinando las ventajas y desventajas de cada uno.

6. JUSTIFICACIÓN

Los grandes cambios que se han venido presentando en el mercado público accionario colombiano, se debe en gran medida a los procesos de democratización desarrollados por los gobiernos nacional y local, los cuales han generado un gran impacto para el desarrollo de un mercado accionario sólido en el país.

Éste proceso de democratización permite el crecimiento de las empresas, diversificar los portafolios de inversión en otros sectores de la economía y fomentar en los ciudadanos una alternativa de ahorro e inversión.

A partir de esto, se ve la importancia de desarrollar una metodología para construir portafolios de acciones y medir su riesgo de acuerdo a las especificaciones de la Superintendencia Financiera de Colombia de una manera clara, sencilla y de fácil entendimiento que permitan que el ciudadano común participe de manera activa y segura en el mercado accionario colombiano.

7. MARCO REFERENCIAL

7.1 MARCO TEÓRICO

7.1.1 TEORÍA DE PORTAFOLIO

Originada por Harry Markowitz, autor de un artículo sobre selección de cartera publicado en 1952, la teoría moderna de la selección de cartera (modern portfolio theory)

Antes de su teoría, los economistas habían establecido que un portafolio con un mayor número de acciones era menos riesgoso que uno con pocas acciones. (Acciones que se desempeñan mal, tienden a estar compensadas por acciones que se desempeñan bien, por lo tanto el retorno del portafolio varía menos que el retorno de un portafolio con un menor número de acciones o de una acción individual).

Markowitz, demostró que la clave para diversificar un portafolio no estaba simplemente en el número de acciones que lo componen, sino también y más importante aun, en la correlación de los retornos de las acciones que lo conforman. Si los retornos están fuertemente correlacionados, en efecto, el portafolio no se podrá diversificar, y si la correlación es baja, se podrá diversificar y el riesgo será mucho menor.

Toda esta investigación fue originada por la lectura del libro "Theory of Investment Value" de John Burr Williams, que le brindó la inspiración para desarrollar los conceptos básicos de la teoría del portafolio. En aquella obra, Williams proponía que el valor de una acción debía ser igual al valor presente de sus futuros dividendos.

Dado que los futuros dividendos son inciertos, Markowitz interpretó que el valor de la acción debía ser el valor presente de los dividendos futuros ESPERADOS. Sin embargo, si esto fuera cierto, el inversor sólo estaría interesado en maximizar el valor esperado del portafolio (lo que se lograría adquiriendo un solo papel).

Pero esto no es así. Los inversionistas tienen una conducta racional a la hora de seleccionar su cartera de inversión y por lo tanto siempre buscan obtener la máxima rentabilidad sin tener que asumir un alto nivel de riesgo.

Dado que existen dos criterios (riesgo y rentabilidad), los inversores eligen la mejor combinación riesgo-rentabilidad del conjunto de combinaciones óptimas de Pareto.

Markowitz propone entonces, que el inversor debe abordar la cartera como un todo, estudiando las características de riesgo y retorno global, en lugar de escoger valores individuales en virtud del retorno esperado de cada valor en particular. La teoría de selección de cartera toma en consideración el retorno esperado a largo plazo y la volatilidad esperada en el corto plazo.

La volatilidad se trata como un factor de riesgo, y la cartera se conforma en virtud de la tolerancia al riesgo de cada inversor en particular, tras ecuacionar el máximo nivel de retorno disponible para el nivel de riesgo escogido.

En su modelo, Markowitz, dice que Para poder integrar una cartera de inversión equilibrada lo más importante es la diversificación ya que de esta forma se reduce la variación de los precios. La idea de la cartera es, entonces, diversificar las inversiones en diferentes mercados y plazos para así disminuir las fluctuaciones en la rentabilidad total de la cartera y por lo tanto también del riesgo. Un inversionista puede calcular las correlaciones históricas o para ser mas preciso las covarianzas entre las acciones que conforman el portafolio. Con esta información, Markowitz demostró, con la técnica que se conoce con el nombre Análisis de Media-Varianza, la posibilidad de construir una serie de portafolios que sean eficientes.

Actualmente la teoría de las carteras se ha vuelto un tema mucho más interesante y necesario que nunca. Existen un gran número de oportunidades de inversión disponibles y la cuestión de cómo los inversionistas deberían de integrar sus carteras de inversión es una parte central de las finanzas. De hecho, este tema fue el que originó la teoría de la cartera desarrollada por Harry Markowitz en 1952.

7.1.2 PORTAFOLIO DE INVERSIÓN

El propósito básico que persigue la elaboración de un portafolio de inversión, va dirigido a lograr una evaluación, un significado y una respuesta a los posibles resultados de una inversión, tales como la rentabilidad y flujos de efectivo, generados en cualquier transacción que suponga disposición o compromiso de fondos y su recuperación en estas operaciones financieras.

La variabilidad de los posibles resultados de un proyecto de inversión, sean activos físicos o financieros, se refiere a la diferencia o distancia de los resultados potenciales con respecto a un resultado que llamamos valor esperado, por ser el más probable de ocurrencia. A esta medida se le llama la media estadística o suma de los resultados posibles ponderados por su probabilidad de ocurrencia. La estimación de la dispersión de los mismos resultados sobre la media estadística será la desviación estándar del conjunto de resultados.

Contando con información estadística financiera abundante, por ejemplo, algunas series económicas de tiempo que incluyen datos de períodos relativamente largos, el tratamiento de este acervo con las medidas estadísticas anteriormente mencionadas arroja resultados reducidos y concretos de cuya interpretación, pueden inferirse hechos muy significativos.

Uno de los mecanismos más recurridos por los administradores de portafolios de inversión es la elaboración de curvas de rendimiento basándose en la construcción de plazos de tasa de interés, esto es, la construcción de una gráfica que indica el rendimiento que tendrán diversos instrumentos al vencimiento.

Se debe anotar que el rendimiento de un instrumento generalmente va acompañado con un determinado riesgo de que ocurra o no dicho rendimiento esperado y éste generalmente es determinado por el tiempo o plazo del mismo.

De esta manera, se pueden obtener diversas formas de curvas de rendimiento como son:

Curva normal de rendimiento: Presenta una pendiente positiva.

Curva de rendimiento invertida: Interpreta generalmente que los instrumentos a menor plazo tienen mayores rendimientos que los instrumentos de mayor plazo

Curva de rendimiento horizontal: Indica un mismo rendimiento independientemente de los plazos de vencimiento.

Todas estas características reflejan lo que dice la Teoría Moderna de Portafolios.

7.1.3 CONDICIONES DE RIESGO

El rendimiento siempre va acompañado del riesgo, por lo tanto antes de considerar el riesgo en portafolios de valores financieros, es importante señalar que en algunas situaciones el enfoque de riesgo total representado directamente por la desviación estándar de proyectos individuales es de cierta utilidad, ya que usando los parámetros de mercado, pueden construirse modelos que aunque de utilidad limitada o específica no pueden servir para soluciones "a la medida" y obtener aproximaciones con niveles aceptables de predicción.

Considerando una empresa como un conjunto de activos que en sí mismos, configuran un riesgo corporativo que puede adjudicarse a sus papeles accionarios, su riesgo dentro del sistema financiero sería su contribución marginal o participante en el riesgo del portafolio del mercado, representando en gran medida y para efectos prácticos por el índice de los principales valores financieros que contribuyen con casi la totalidad de la actividad de los mercados financieros.

Para proyectos individuales el riesgo sería igualmente la proporción de la respuesta de su volatilidad en relación con el desempeño del propio conjunto de mercado. Este califica cada proyecto con base en sus características independientemente de la empresa que lo tome, o incluso sin consideración a la relación del proyecto con el portafolio constituido por la propia empresa, o sea, si tal iniciativa altera de alguna forma la configuración del riesgo corporativo.

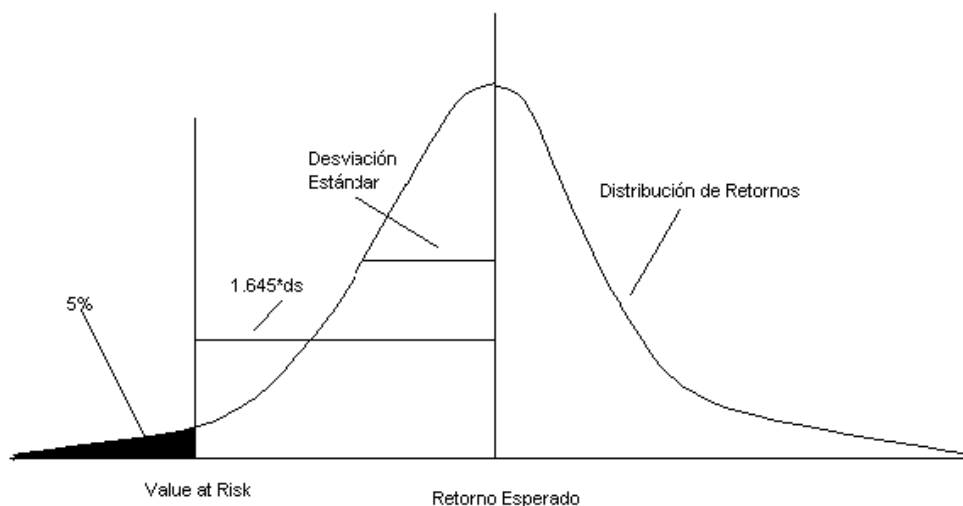
7.1.4 VALOR EN RIESGO (VALUE AT RISK)

El Valor en Riesgo (VaR) es una medida de riesgo de mercados que estima la pérdida máxima que puede tener una cartera en un intervalo de tiempo con un nivel de confianza dado, bajo condiciones normales de mercado (Jorion, 2000).

Si consideramos una serie de retornos históricos de un portafolio que posee un número n de activos, es factible visualizar la distribución de densidad de aquellos retornos a través del análisis del histograma. Es común encontrar fluctuaciones de retornos en torno a un valor medio que no necesariamente es cero (este concepto en estadística se denomina proceso con reversión a la media) y cuya distribución se aproxima a una normal. Leves asimetrías (skewness) son a veces percibidas en los retornos, pero desde un punto de vista práctico es suficiente asumir simetría en la distribución. Una vez generada la distribución se debe calcular aquel punto del dominio de la función de densidad que deja un 5% (Para un nivel de confianza del 95%) del área en su rango inferior.

Este punto en el dominio de la distribución se denomina Value at Risk, y se presenta en la siguiente figura.

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO



Para el cálculo del VaR se parte del supuesto de que las pérdidas de la cartera pueden ser modeladas estadísticamente, estableciendo para ello las posiciones de los activos de la cartera y sus respectivos precios de mercado, con el fin de determinar cuál es el mejor modelo estadístico que estima su comportamiento.

Específicamente, Vilariño (2001) señala que al fijar un nivel de confianza se supone que las pérdidas de la cartera pueden modelarse utilizando la estadística. Para esto, se parte de la posición de la cartera o los precios de mercado de los activos. Bajo el supuesto de que los rendimientos siguen un comportamiento aleatorio, la valoración de mercado de la cartera también sería aleatoria. Siguiendo ésta hipótesis es posible estimar el valor de la cartera que determina una pérdida máxima a un nivel de confianza dado dentro de una distribución de frecuencias.

En la última década, esta metodología se ha difundido con gran fuerza en el sector bancario como una medida bastante precisa del riesgo de mercado. Sin embargo, muchos de los beneficios que han hecho tan exitoso el análisis del VaR entre los intermediarios financieros son aplicables a los inversionistas institucionales, ya que la herramienta les permite tener un mejor control y manejo de los riesgos financieros a los que se exponen.

ORÍGENES DEL VaR

El desarrollo del VaR se produjo por los resonantes desastres financieros ocurridos a comienzos de la década de los '90, como Orange County (Estados Unidos), Daiwa (Japón), Metallgesellschaft (Alemania), Barings (Reino Unido), entre muchos otros. La lección común aprendida de todos ellos es que miles de millones de dólares se puede perder como consecuencia de un inadecuado control y administración de los riesgos financieros a los que se encuentran expuestas las instituciones.

La popularidad de esta metodología se produjo entonces por un conjunto de factores, entre los que se destacan:

- La presión de los organismos reguladores para mejorar los controles de los riesgos financieros.
- La globalización de los mercados financieros, la cual ha aumentado el número de factores de riesgo a los que se exponen las empresas.
- Los avances tecnológicos, los cuales han hecho posible la administración del riesgo a nivel global en la empresa.

VARIABLES DEL VaR

Para determinar el VaR es necesario establecer ciertos parámetros, estos son el horizonte temporal, el intervalo de confianza y la cantidad de observaciones utilizadas para el cálculo. A continuación se detalla cada una de éstas variables:

- 1. Horizonte Temporal:** El horizonte temporal es el período desde el momento actual hacia el futuro para el cual se estima la pérdida máxima probable; su determinación se asocia al plazo que se requiere para deshacer una posición o cubrirla. Así, la selección del horizonte temporal que se va a utilizar para realizar el cálculo depende de la liquidez de los activos que componen el portafolio. Generalmente, para operaciones de

mercado de dinero se utiliza un día, una semana o dos semanas. Sin embargo, cuando se trabaja con corporaciones o inversores institucionales se utilizan períodos de tiempo más amplios pues poseen activos poco líquidos o tardan más tiempo en cambiar sus posiciones (Morera, 2002).

El siguiente cuadro resume las correcciones que se deben realizar dependiendo del horizonte de análisis para una base de retornos diaria.

(W es el monto del portafolio en \$, σ es el riesgo del portafolio o desviación estándar y α el nivel de significancia)

Estadístico	1 Día	Semana	Mes	Año
Retorno	μ_d	$5 \cdot \mu_d$	$20 \cdot \mu_d$	$240 \cdot \mu_d$
Varianza	σ_d^2	$5 \cdot \sigma_d^2$	$20 \cdot \sigma_d^2$	$240 \cdot \sigma_d^2$
Desv. Estándar	σ_d	$\sigma_d \cdot \sqrt{5}$	$\sigma_d \cdot \sqrt{20}$	$\sigma_d \cdot \sqrt{240}$
VaR ($\alpha = 1.645$)	$-\alpha \cdot \sigma_d \cdot W$	$-\alpha \cdot \sigma_d \cdot \sqrt{5} \cdot W$	$-\alpha \cdot \sigma_d \cdot \sqrt{20} \cdot W$	$-\alpha \cdot \sigma_d \cdot \sqrt{240} \cdot W$

- Nivel de Confianza:** El nivel de confianza es la probabilidad de que el intervalo estimado contenga el parámetro. Por ejemplo, cuando se escoge un 5%, hay cerca de 5 casos en 100 donde la hipótesis nula se rechazaría cuando debió de ser aceptada; es decir hay un 95% de probabilidades de tomar la decisión correcta (PRMIA, 2003).

En el caso específico del VaR, esta variable nos indicaría el porcentaje de tiempo en el cual se espera que la entidad no tenga pérdidas mayores a las predichas por el modelo. Usualmente los niveles de confianza utilizados se ubican entre 90% y 99%.

- Cantidad de Observaciones Utilizadas para el Cálculo:** La cantidad de observaciones que se utilizan como base para los escenarios del VaR es otra decisión que se debe tomar en consideración para calcular este indicador. Al escoger la cantidad de observaciones debe tomarse en cuenta

que los períodos cortos le permiten a las estimaciones de VaR reaccionar más rápido a los cambios en los mercados. Por su parte, las series de datos largas permiten obtener distribuciones de los retornos mejor elaboradas, pero pueden no reflejar la situación actual del mercado. En la práctica, las series de datos utilizadas normalmente comprenden períodos de tres a cinco años (Jorion, 2000).

Con respecto a los valores extremos, la literatura aún no ha definido si deben excluirse en el cálculo. Algunos analistas argumentan que se deben incluir porque reflejan eventos reales y contribuyen en la definición de la distribución de la serie. Por su parte, quienes argumentan que se deben excluir consideran que pueden llevar a resultados incorrectos que no reflejan el riesgo actual que enfrentan los portafolios.

Una solución propuesta para este problema consiste en utilizar datos ponderados exponencialmente, de tal forma que se le brinde un mayor peso a las observaciones más recientes. Con ello, el VaR puede reaccionar más rápido a los cambios en el mercado (Morera, 2002). Adicionalmente, al problema del efecto que los valores extremos presentan sobre la serie de los datos y los resultados, la aplicación de ejercicios de *stress testing* pueden ayudar a aclarar diversos escenarios a los cuales se puede enfrentar la cartera, de manera tal que el resultado podría ser analizado más objetivamente por quienes tomen las decisiones.

CÁLCULO DEL VaR

Existen distintas formas de cálculo del VaR. Una clasificación muy importante las divide según la forma de valorar la cartera de activos riesgosos. En este sentido, se puede dividir en dos grandes grupos:

- **Métodos de valuación local:** El VaR se determina valuando la cartera de una sola vez, en la posición inicial, y luego se usan derivadas parciales

para inferir los posibles cambios de valor de la cartera. En este grupo se encuentra la forma de cálculo denominada Modelización o Varianza-Covarianza.

- **Métodos de valuación completa:** El VaR se determina valuando la cartera en todo rango de escenarios posibles. En este grupo se encuentran las formas de cálculo denominadas Simulación Histórica y Simulación de MonteCarlo.

La clasificación anterior refleja un trade-of entre velocidad y exactitud. La velocidad de cálculo es importante cuando la cartera es muy grande y está expuesta a muchos factores de riesgo, los cuales involucran muchas correlaciones. En este caso, el enfoque de Modelización (Valuación local) es apropiado. No obstante, cuando la cartera incluye muchos contratos no lineales, como las opciones, el enfoque de Modelización no es muy exacto en la medición del VaR. En estos casos es conveniente recurrir a la Simulación Histórica o Simulación de MonteCarlo (Valuación completa). Estos enfoques mejoran notoriamente la exactitud del cálculo del VaR, pero a costa de una considerablemente mayor lentitud.

Las tres formas mencionadas de cálculo del VaR son muy utilizadas por empresas tanto financieras como no financieras, no existiendo un consenso general sobre cuál de ellas es la mejor en términos absolutos. Cada una tiene ventajas y desventajas relativas, por lo que las firmas suelen utilizar las tres al mismo tiempo, al menos las líderes en el campo de la administración de riesgos.

ETAPAS DEL CÁLCULO DEL VaR

El cálculo del VaR se divide en dos etapas:

1. **Definiciones previas:** Son las definiciones iniciales necesarias para poder realizar el cálculo del VaR y deben hacerse independientemente de la forma o método de cálculo elegido. Estas son:

- Determinar el periodo de tiempo que cubrirá el VaR. Por ejemplo: Un día, una semana, un mes, etc.
- Determinar el nivel de confianza que proporcionará el VaR. Por ejemplo: 95% de confianza, 99% de confianza, etc.
- Determinar el valor del mercado de la cartera actual. Por ejemplo: \$1.000.000, \$15.000.000, etc.
- Identificar las variables de mercado, que constituyen los factores de riesgo a los que está expuesta la cartera. Típicamente son los tipos de cambio, tasas de interés, precios de las acciones, etc.

2. **Medición del VaR:** Consiste en medir el VaR empleando la forma o el método de cálculo elegida

MÉTODOS PARA MEDIR EL VaR

1. **Método Varianza-Covarianza o Delta Normal:** También llamado VaR de varianza y covarianza, supone que el rendimiento de todos los activos está distribuido normalmente. Por lo tanto, el rendimiento del portafolio también sigue esta distribución, ya que es una combinación lineal de sus componentes ponderados por su importancia dentro de la cartera. Además, esta técnica utiliza lo que la literatura ha denominado “la valuación delta”, la cual consiste en valorar el portafolio solamente una vez al precio actual.

La implementación de este método es bastante sencilla debido a que el algoritmo para calcularlo inicia con la definición de la matriz de varianzas y covarianzas, y con la ponderación actual de los instrumentos se procede a calcular el VaR para el portafolio especificado, considerando el nivel de significancia establecido (Monge, 2003).

Este método implica una aproximación local de los movimientos de los precios; por lo que un beneficio esencial de éste es que requiere calcular el

valor del portafolio sólo una vez, con los valores actuales de mercado. Por ello, permite manejar un gran número de activos y es fácil de implementar. Además, se puede trabajar con una hoja de cálculo y es una buena aproximación cuando se utilizan lapsos de tiempo muy cortos en condiciones normales del mercado. Sin embargo, presenta serias limitaciones, entre ellas las siguientes: cuantifica de manera pobre el riesgo de evento o de condiciones extremas, no mide adecuadamente los instrumentos no lineales y subestima el cálculo cuando la serie tiene colas anchas, o sea cuando las distribuciones no son normales.

- 2. Método de Monte Carlo:** Esta técnica mide el VaR reconstruyendo las distribuciones de precios o factores de mercado a partir de la historia. Para ello, se simulan escenarios futuros sobre el comportamiento de las variables financieras seleccionadas, por ejemplo: tasas de interés, los tipos de cambio, entre otros, que afectan la valuación de los instrumentos del portafolio, con base en una estructura o distribución determinada, que involucra la media, la volatilidad y la relación existente entre estas variables (Ramírez, 2004). La distribución se calcula utilizando la cartera actual aplicándole los cambios en precios y rendimientos que se estimaron. Posteriormente, las observaciones se ordenan de mayor a menor pérdida y se determina cuál escenario corresponde al nivel de confianza deseado.

Este es el método de cálculo de Valor en Riesgo más completo, porque puede tomar en cuenta riesgos no lineales, riesgos de volatilidad, cambios del riesgo en el tiempo, colas anchas y escenarios extremos. Sin embargo, requiere de mucha información y fácilmente puede tener problemas para ser implementado. Además, requiere de hardware con una alta capacidad de procesamiento y software especializado.

- 3. Método de Simulación Histórica:** Este método es similar al anterior, pero difiere en la forma en que se plantean los escenarios. En el método de

Monte Carlo se simulan cambios aleatorios en las variables financieras más relevantes, tomando en cuenta las posibles correlaciones existentes entre los riesgos, mientras que esta técnica calcula la distribución utilizando los cambios en precios y rendimientos que se dieron durante el período histórico seleccionado. Posteriormente, se compara dicha distribución con el valor actual, para calcular la ganancia o pérdida (Otárola, 2001) y se establece la máxima pérdida esperada según el nivel de confianza escogido.

7.2 MARCO CONCEPTUAL

7.2.1 RIESGO

En un mundo de incertidumbre puede que no se realice el rendimiento esperado de un valor. El riesgo puede considerarse como la posibilidad de que el rendimiento real proveniente de poseer un valor se desvíe del rendimiento esperado.

7.2.2 RIESGO DE MERCADO

El riesgo de mercado, según señala la disposición Segunda fracción V de la Circular 1423 del Comité de Basilea, “es la pérdida potencial por cambios en los factores de riesgo que inciden sobre la valuación de las posiciones por operaciones activas, pasivas o causantes de pasivo contingente, tales como tasas de interés, tipos de cambio, índices de precios, acciones, entre otros”

Esto se refiere a la volatilidad en los ingresos generados por la variación de precio de activos intercambiados en los mercados financieros, los cuales, a su vez, inciden en el valor de las posiciones de activos y/o pasivos.

De éste modo encontramos que, el riesgo de mercado es “el riesgo de pérdidas potenciales de valor como consecuencia de fluctuaciones en los precios de mercado: los tipos de interés, de cambio, de renta variables, de materias primas y otros instrumentos”.

Se define también como la contingencia de pérdida o ganancia potencial en el valor de las posiciones activas, pasivas o contingentes de una sociedad comisionista, por cambios en variables tales como las tasas de interés, las tasa de cambio y precios, bien sea en pesos o en moneda extranjera.

Por su parte, Philippe Jorion señala que “el riesgo de mercado se deriva de cambios en los precios de los activos y pasivos financieros (o volatilidades) y se mide a través de los cambios en el valor de las posiciones abiertas”.

El riesgo de mercado se cuantifica, en términos de Administración de Riesgos, con un valor: Value at Risk o Valor en Riesgo (VaR).

7.2.3 MERCADO DE RENTA VARIBALE

Es aquel en donde la rentabilidad de la inversión, esta ligada a las utilidades obtenidas por la empresa en la cual se invirtió y por las ganancias de capital obtenidas por la diferencia entre el precio de compra y venta. Este mercado esta compuesto por acciones, bonos convertibles en acciones-Boceas, derechos de suscripción y títulos provenientes de procesos de titularización donde la rentabilidad no esta asociada a una tasa de interés específica.

7.2.4 CLASES DE TÍTULOS

Las acciones son títulos nominativos de carácter negociable que representan un porcentaje de participación en la propiedad emisora del título. Solo pueden ser negociadas las emitidas por sociedades anónimas. La rentabilidad de la inversión

está ligada a las utilidades obtenidas por la empresa en la que invirtió a través del pago de dividendos, así como la valorización del precio de la acción en bolsa.

Acción Ordinaria

Acción que tiene la característica de conceder a su titular derechos económicos y no económicos provenientes de la participación en el capital de la entidad emisora. Los económicos están relacionados con la posibilidad de percibir dividendos y los no económicos con el derecho a voto en la asamblea.

7.2.5 ÍNDICE DE BURSATILIDAD ACCIONARIA (IBA)

Clasifica una acción como de alta, media, baja o mínima bursatilidad. Mide la comerciabilidad o liquidez de una acción determinada por la frecuencia, número de operaciones y volúmenes negociados mensualmente en el mercado secundario.

7.2.6. ANÁLISIS FUNDAMENTAL DE ACCIONES

Se basa en el estudio de toda la información económica-financiera disponible sobre la empresa (balance, cuenta de resultados, ratios financieros, etc.), así como de la información del sector, de la coyuntura macroeconómica, etc. En definitiva, se estudia cualquier información que pueda servir para tratar de predecir el comportamiento futuro de la empresa.

Con este análisis se determinan los puntos fuertes y débiles de la empresa, por ejemplo: Solidez financiera (peso del patrimonio neto dentro del pasivo), Liquidez (si la empresa dispone de los fondos suficientes con los que ir atendiendo sus pagos), Gastos (viendo si la empresa es cada vez más eficiente y viene reduciendo sus gastos o si, por el contrario, sus gastos están descontrolados), Rentabilidad (sobre volumen de venta, sobre fondos propios, etc.)

El análisis fundamental estudia cómo viene evolucionando la empresa en estos y otros conceptos, y cómo compara con la media del sector.

A partir de ahí, estima el comportamiento futuro de los beneficios, lo que determinará la posible evolución de la acción.

Si los beneficios van a crecer, incluso más que la media del sector, lo lógico es que la acción se vaya revalorizando, mientras que si los beneficios están estancados o disminuyen, la cotización irá cayendo.

7.2.7. ÍNDICE BURSÁTIL O ACCIONARIO

Es un indicador de la evolución de un mercado en función del comportamiento de las cotizaciones de los títulos más representativos. Se compone de un conjunto de instrumentos, acciones o deuda, y busca capturar las características y los movimientos de valor de los activos que lo componen. También es una medida del rendimiento que este conjunto de activos ha presentado durante un período de tiempo determinado

7.2.8. INDICADOR RPG (RENTABILIDAD PRECIO GANANCIA)

Relación entre el precio de una acción y la utilidad por acción. Determina el tiempo de recuperación de la inversión en acciones. Supone que las utilidades del período se mantienen para otros períodos futuros.

7.2.9. DIVIDENDOS

La asamblea de accionistas decide repartir las utilidades generadas durante un periodo o aquellas de periodos anteriores que se mantengan en reserva, se decreta lo que se conoce como dividendos; estos se otorgan en proporción a la cantidad de acciones poseídas

7.2.10 VARIABLE ALEATORIA

Es aquella que asume diferentes valores a consecuencia de los resultados de un experimento aleatorio.

Estas variables pueden ser discretas o continuas. Si se permite que una variable aleatoria adopte sólo un número limitado de valores, se le llama variable aleatoria discreta. Por el contrario, si se le permite asumir cualquier valor dentro de determinados límites, recibe el nombre de variable aleatoria continua.

7.2.11 DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD

Una distribución de probabilidad se puede concebir como una distribución teórica de frecuencia, es decir, es una distribución que describe como se espera que varíen los resultados. Dado que esta clase de distribuciones se ocupan de las expectativas son modelos de gran utilidad para hacer inferencias y tomar decisiones en condiciones de incertidumbre.

Cuando una variable aleatoria toma diversos valores, la probabilidad asociada a cada uno de tales valores puede ser organizada como una distribución de probabilidad, la cual es la **distribución de las probabilidades** asociadas a cada uno de los valores de la variable aleatoria.

Las distribuciones de probabilidad pueden representarse a través de una tabla, una gráfica o una fórmula, en cuyo caso tal regla de correspondencia se le denomina **función de probabilidad**.

7.2.12 PRUEBAS DE BONDAD Y AJUSTE

Determinan el grado de ajuste que existe entre la distribución obtenida a partir de la muestra y la distribución teórica que se supone debe seguir esa muestra, es decir, establecen la mejor distribución de probabilidad para un grupo de datos.

- **Prueba Chi – Cuadrado:** Esta prueba indica la mejor distribución de los datos cuando se quiere conocer el valor promedio de los datos, es aplicable a variables aleatorias continuas y discretas. Compara las funciones de densidad de probabilidad
- **Prueba Anderson and Darling:** Esta prueba se utiliza cuando el número de datos que se tiene es reducido para determinar la mejor distribución de probabilidad. Se interesa con mayor grado por los extremos o colas.
- **Prueba Kolmogorov – Smirnov:** Es aplicable solamente a variables aleatorias continuas cuando los datos no se acomodan a una función paramétrica. Determina una función propia de los datos de acuerdo al comportamiento de éstos.

7.3 MARCO LEGAL: NORMATIVIDAD

Dirección de regulación financiera del Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia es la encargada de proporcionar al Gobierno Nacional un apoyo calificado en la expedición de las normas de intervención del Estado respecto a los sectores financiero, asegurador, bursátil y cooperativo financiero así como, en la formulación de políticas y

medidas de carácter general respecto de la democratización del crédito, manejo y aprovechamiento de los recursos captados por el público.

El Ministerio de Hacienda y Crédito Público se encuentra alineado con los parámetros mínimos de administración de riesgos para la realización de operaciones de tesorería reglamentados por la Superintendencia Financiera en el Capítulo XX de la Circular Básica Contable y Financiera C.E. 100 de 1995.

Para la cuantificación del riesgo de mercado se aplica la metodología del Valor en Riesgo (VaR), reglamentado por la Superintendencia Financiera en el Capítulo XXI de la Circular Básica Contable y Financiera C.E. 100 de 1995, la cual permite determinar la pérdida máxima probable de un instrumento financiero o un portafolio en un horizonte de tiempo determinado y con un nivel de confianza establecido.

La determinación del riesgo de mercado se realiza con base en el “modelo estándar” y los lineamientos establecidos en las Circulares Externas 042 de 2001 y 031 de 2004 expedidas por la Superintendencia Financiera de Colombia.

El modelo estándar permite calcular el Valor en Riesgo (VaR) por tasa de interés en moneda legal y extranjera, por instrumento financiero y producto de la totalidad de las posiciones activas, pasivas y fuera de balance del libro de Tesorería y libro Bancario. Para esto se utiliza el concepto de duración y sensibilidad a través de un sistema de bandas-

[\(Ver Anexo 1\) Circular Externa 042 De 2001 expedida por la Superintendencia Financiera de Colombia: MODELOS PARA EL CÁLCULO DEL VALOR EN RIESGO](#)

7.4 MARCO SITUACIONAL

Información extraída de la Bolsa de Valores de Colombia

ANTECEDENTES DE LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA, BVC

La historia del mercado de valores colombiano cambió el 3 de julio de 2001. Ese día, como producto de la integración de las bolsas de Bogotá, Medellín y Occidente, nació la Bolsa de Valores de Colombia, institución que hoy por hoy se encuentra consolidada para administrar los mercados accionario, cambiario, de derivados y de renta fija.

Hoy la BVC está inscrita en el mercado de valores y es una entidad de carácter privado público

Las antiguas Bolsas de Bogotá, Medellín y Occidente entraron en proceso de liquidación y de ellas, la naciente Bolsa de Valores de Colombia heredó no sólo la experiencia y conocimiento de 143 años de historia en el mercado de capitales nacional, sino su interés por desarrollar y consolidar un mercado de capitales bajo estándares internacionales de calidad en beneficio de todos los actores que en ella participan

La Bolsa de Valores de Colombia S.A., BVC, con oficinas en Bogotá, Medellín y Cali, es una institución privada que impulsa el desarrollo y crecimiento del mercado de activos financieros en el país.

Desde su nacimiento, el 3 de julio de 2001, ha venido contribuyendo al crecimiento y desarrollo de la economía colombiana, facilitando el financiamiento de empresas industriales, comerciales y de servicios, que demandan de manera continua, recursos económicos para adelantar su tarea productiva.

Para lograrlo este objetivo, la BVC cuenta con un personal comprometido y competente que goza de los más altos estándares éticos y de valores, así como un amplio sentido de liderazgo y actitud de servicio.

En su norte corporativo la organización se ha propuesto trabajar con calidad, preocupándose día a día por satisfacer las necesidades de sus clientes y siendo más eficaz en la prestación de todos y cada uno de sus servicios.

Pensando precisamente en la calidad y en el bienestar de sus clientes, la BVC implementó un Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma internacional ISO 9001 versión 2000, el cual fue certificado por la firma Icontec en diciembre de 2004 y cuya cobertura es integral, es decir, cubre todos los procesos y sedes de la organización.

Para la Bolsa de Valores de Colombia trabajar con calidad significa no solamente hacerlo en función de la satisfacción de los clientes, significa también construir procesos sencillos, estandarizados y eficientes; proveer una plataforma tecnológica segura, confiable y amable para el desarrollo de los mercados, así como innovar permanentemente para ofrecer más y mejores productos.

En esa labor la BVC ha decidido operar a través de procesos que facilitan la ejecución eficaz y especializada de sus funciones, generando mayor interacción entre sus funcionarios y permitiendo el cumplimiento de los objetivos del negocio.

MISIÓN

Contribuir al crecimiento y desarrollo del mercado de capitales a través de la canalización del ahorro hacia la inversión productiva mediante la administración de mercados eficientes, transparentes, equitativos, competitivos, seguros y supervisados, en beneficio de emisores, inversionistas e intermediarios, y generar valor para sus accionistas mediante un adecuado equilibrio entre los objetivos de rentabilidad y el desarrollo de los objetivos de mediano y largo plazo.

VISIÓN

En el 2015 la BVC será el principal foro de negociación de activos financieros en el país, administrando un 55% del total transado en el mercado nacional. Para lograrlo, la organización creará valor para sus accionistas, trabajará en conjunto con intermediarios y reguladores, ejecutará procesos confiables orientados estratégicamente hacia los resultados e incorporará el mejor capital humano y tecnológico disponible.

VALORES

- Excelencia o aquello que hacemos y cuando lo hacemos proactivamente bien.
- Liderazgo o el deber para crear un mejor futuro.
- Innovación o la imaginación y la creación.
- Orientación al mercado o el compromiso total con los clientes.
- Trabajo en equipo o la cooperación y el genio colectivo.
- Pasión o la entrega de corazón y razón
- Competitividad o en lo que participamos, ganamos.

ORIENTACIÓN DE LA BOLSA DE VALORES DE COLOMBIA

La BVC cuenta con espacios abiertos y amigables dedicados a capacitar y asesorar de manera personalizada que facilitan la toma de decisiones de inversión. En el Punto BVC se encontrará información especializada de la bolsa y de los activos que allí se tranzan (acciones, bonos, TES, derivados, divisas).

Específicamente se ofrecen: programas de capacitación, información relevante para las inversiones, acceso a internet y comunicación con sociedades comisionistas de bolsa, pantallas con los sistemas transaccionales de la bolsa MEC, MEC PLUS, SET-FX, Canal Bloomberg, Brochure, revistas sobre Bolsa, venta de merchandising de la bolsa, entre otros servicios.

Actualmente los puntos se encuentran ubicados en Bogotá Carrera 7 No. 71-21 Primer Piso, Medellín Cra. 43ª No 1-150 Local 301 San Fernando Plaza y en Bucaramanga Calle 48 No. 39-234 Primer Piso Edificio Puyana.

Con estos puntos se puede entender de forma más sencilla el funcionamiento de las operaciones bursátiles y determinar si son buenas o no estas inversiones, así como también se tiene acceso a la información de la bolsa en tiempo real para observar el comportamiento de las acciones y la asesoría permanente a inversionistas o interesados en el tema.

La estrategia de fomento de la cultura inversionista implementada por la BVC que busca acercar a los colombianos a las actividades del mercado de capitales es una oportunidad para los ciudadanos a realizar transacciones en bolsa y de ésta forma incrementar su valor en beneficio económico.

De ahí que, es necesario considerar que sería beneficioso para la región, establecer un nuevo punto de BVC en la ciudad de Pereira para aprovechar su gran potencial para formar grandes inversionistas, debido a que los pereiranos son personas emprendedoras que buscan negocios y alternativas de inversión.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

DESCRIPTIVA

Este estudio posee un enfoque descriptivo en la medida que su desarrollo está ligado a mencionar los aspectos y características fundamentales del mercado público accionario, realizando una aconsejable y detallada metodología a implementar con el fin de construir y valorar portafolios de acciones del mercado colombiano.

8.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

INDUCTIVO-DEDUCTIVO

La metodología de investigación empleada para el desarrollo del proyecto fue de tipo exploratorio, a través de la recolección de información primaria y secundaria, realizando un estudio inductivo-analítico, en el cual los principales referentes teóricos y prácticos corresponden al Seminario de Optimización Financiera y la sesión del programa Crystal Ball dirigidos por el Ingeniero Eduardo Arturo Cruz Trejos. Esta fundamentación fue esencial para describir la metodología de “Medición del VaR en los portafolios de acciones Mercado Colombiano”

8.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				
Recolección de la información													
Procesamiento de la información													
Hallazgos													
Consultoría													
Revisión Bibliográfica													
Conclusiones y recomendaciones													
Informe Final y sustentación.													

9. MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES - MERCADO COLOMBIANO

9.1 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RIESGO DEL MERCADO

Los riesgos financieros son aquellos que provienen de potenciales pérdidas en los mercados financieros. Por ejemplo: variaciones en los tipos de cambio, cambios en las tasas de interés y muchos otros. Estos son los riesgos que intenta administrar la metodología del VaR. Se pueden subdividir en:

- **Riesgo de mercado:** Surge de los movimientos en el nivel o volatilidad de los precios del mercado. Por ejemplo: Variaciones en el precio de las acciones.
- **Riesgo de crédito:** Proviene de la posibilidad de que las contrapartes se nieguen o no puedan cumplir con sus obligaciones contractuales. Por ejemplo: Down-grading de la deuda de una firma.
- **Riesgo de liquidez:** Este riesgo puede asumir dos formas:
 - **Riesgo de liquidez de activos:** Cuando una operación no se puede realizar al precio de mercado debido al gran tamaño de la posición en relación al tamaño usual de las operaciones del mercado.
 - **Riesgo de liquidez de fondos:** Posibilidad de no poder cumplir con las obligaciones de pago forzando una liquidación temprana de la posición.
- **Riesgo operacional:** Surge de errores o accidentes técnicos o humanos. Por ejemplo: Pérdida de datos.
- **Riesgo legal:** Es el riesgo de que un contrato no se pueda hacer cumplir legalmente. Por ejemplo: La contraparte de un contrato de swap, insatisfecha por el resultado del mismo, recurre a la justicia para invalidarlo.

Todos los factores que afectan las decisiones tanto de inversión como de financiación se pueden agrupar en dos grandes bloques:

FACTORES SISTEMICOS

Factores externos

Factores macroeconómicos

Factores no controlables

Factores que afectan a todos en diferente grado

Factores con precio

Factores no diversificables

FACTORES NO SISTEMICOS

Factores internos

Factores microeconómicos

Factores controlables

Factores que afectan a unos pocos

Factores que tienden a ser cero

Factores diversificables

A continuación se presentan los **factores macroeconómicos** que afectan los proyectos de inversión:

- **Inflación:** Es el aumento generalizado del nivel de precios de bienes y servicios. Se define también como la caída en el valor de mercado o en el poder adquisitivo de una moneda en una economía en particular el cual es necesario tener en cuenta para analizar cualquier alternativa de inversión.
- **Fiscalidad:** *“Constituye la rama especializada que estudia las leyes relativas a la hacienda pública y permite a la vez establecer un sistema de impuestos. Los problemas que tiene que resolver son técnicos, jurídicos y económicos”* según el diccionario de Economía, Administración, Finanzas y Marketing. La política fiscal, con su consecuencia más directa, el pago de impuestos, tiene una enorme importancia a la hora del estudio de un proceso de inversión. Esta importancia es doble, por un lado, porque tanto el pago de impuestos como la desgravación fiscal pueden ser factores de gran importancia a la hora de valorar y analizar un proceso de inversión, y, por otro lado porque el flujo negativo que representa el pago de impuestos puede ser hasta cierto punto, un factor por el que el empresario puede actuar (vía amortizaciones, etc).
- **Progreso Técnico:** *“Conjunto de cambios habidos en el dominio de la tecnología que son resultado de combinar investigación, desarrollo de nuevos productos e*

innovación". Es un factor de suma importancia a la hora de estudiar procesos de inversión, ya que una mala estimación del mismo puede llevar a la obsolescencia del objeto de la inversión mucho antes del fin de su vida útil calculada.

- **IPC:** Índice de precios al consumidor. *"Un índice de precios es una medida que refleja cambios en los precios de un número de bienes en una economía"*. El IPC, en particular, mide el cambio, a través del tiempo, del costo de la canasta familiar, asumiendo que se mantiene la calidad y la cantidad de los bienes y servicios que la componen; por lo tanto, el IPC muestra la variación en los precios de estos bienes a través de un periodo. Si la variación indica que el costo de la canasta familiar aumentó, se presenta un efecto llamado "inflación"; por el contrario, si el costo total de la canasta familiar disminuyó, se presenta el efecto contrario, denominado "deflación".
- **Devaluación:** *"Es la reducción del valor nominal de una moneda corriente frente a otras monedas extranjeras"*. La devaluación de una moneda puede tener muchas causas entre estas por una falta de demanda de la moneda local o una mayor demanda de la moneda extranjera. Lo anterior puede ocurrir por falta de confianza en la economía local, en su estabilidad, en la misma moneda, etc.
En los portafolios de acciones los **factores no sistémicos** son inherentes a cada una de las de las entidades que emiten acciones; es decir una variación en el comportamiento de una empresa únicamente afectará a esa organización en particular.

9.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PORTAFOLIOS DE ACCIONES

El desarrollo de éste objetivo se ilustra con un ejercicio de aplicación el cual se presentará en cada una de las etapas de la metodología descrita.

9.3.2. PRESELECCIÓN DE ACCIONES:

Consiste en identificar las acciones bajo el criterio de índice de bursatilidad accionario (IBA) ¹ alto, con el fin de realizar posteriormente el análisis fundamental.

Para identificar las acciones con IBA alto se debe:

- Ingresar a la página de la Superintendencia Financiera de Colombia: www.superfinanciera.gov.co
- Ingresar al link índice de bursatilidad accionario que se encuentra en la parte inferior izquierda de la página principal.

The screenshot shows the website of the Superintendencia Financiera de Colombia. The main content area displays 'Resultados del Sistema Financiero Colombiano a Febrero de 2008'. A sidebar on the left contains navigation links like 'Nuestra Superintendencia', 'Entidades Supervisadas', and 'Tarifas Servicios Financieros'. On the right, there are sections for 'Trimestrales' and 'Anuales' data, and a 'Mercado Accionario' section. In the 'Mercado Accionario' section, the link 'Acciones colombianas en NYSE' is circled in red.

¹ **Índice de bursatilidad accionaria (IBA):** Clasifica una acción como de alta, media, baja o mínima bursatilidad. Mide la comerciabilidad o liquidez de una acción determinada por la frecuencia, número de operaciones y volúmenes negociados mensualmente en el mercado secundario.

- Digitar la fecha que se desea consultar, último día de cada mes (dd,mm,aaaa)
- Inmediatamente, se muestra el reporte de todas las acciones ordinarias con su respectivo índice de bursatilidad. Se deben preseleccionar como mínimo 10 acciones para el respectivo análisis fundamental.

[\(Ver Anexo 2\) Acciones con IBA alto](#)

9.3.2. ANÁLISIS FUNDAMENTAL DE ACCIONES²:

Para realizar el análisis fundamental de las acciones preseleccionadas se debe establecer los aspectos económicos-financieros e indicadores financieros con el fin de establecer las acciones que conformaran el portafolio.

ASPECTOS ECONÓMICOS FINANCIEROS:

Se debe construir el formato que se presenta a continuación.

Formato No. 1 Análisis Fundamental

PARÁMETRO	Acción 1	Acción 2	Acción n
ACTIVOS				
ACTIVO CORRIENTE				
PASIVO CORRIENTE				
TOTAL PASIVO				
PATRIMONIO				
GANANCIAS O PERDIDAS				
RAZON CORRIENTE				
No. ACCIONES EN CIRCULACIÓN				
UPAt (Utilidad de precio por acción periodo actual)				

² **Análisis Fundamental de acciones:** Estudio de los aspectos económicos – financieros de una empresa comparándolos con el sector con el fin de estimar el comportamiento futuro de los beneficios, lo que determinará la posible evolución de la acción.

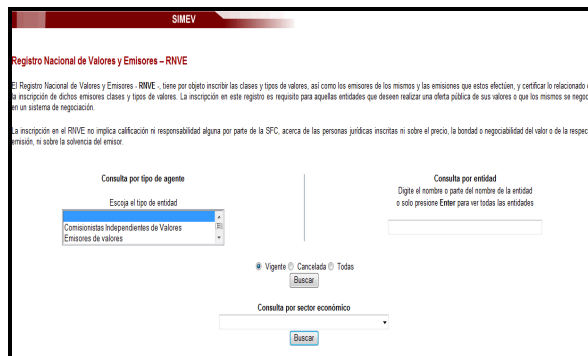
**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

UPAt-1 (Utilidad de precio por acción periodo anterior)				
UPAt-2 (Utilidad de precio por acción periodo trasanterior)				
Dt (Dividendos periodo actual)				
Dt-1 (Dividendos periodo anterior)				
Dt-2 (Dividendos periodo trasanterior)				
PPPt (Precio promedio por acción periodo 1)				
PPPt-1 (Precio promedio por acción periodo 2)				
PPPt-2 (Precio promedio por acción periodo 3)				

[Ver Anexo 3 Análisis Fundamental Excel](#)

Para obtener los datos del formato No. 1 se debe realizar el siguiente procedimiento:

1. En la página principal de la Superintendencia Financiera, en la pestaña **SIMEV** (Sistema Integral de Información del Mercado de Valores) se encuentra el link: “Registro Nacional de Valores y Emisores – RNVE” al cual se debe ingresar.
2. En la página que se muestra se debe buscar la empresa que se preseleccionó según el IBA, se establecen tres opciones de búsqueda: por tipo de entidad, por el nombre de la entidad y por sector económico como se muestra en la imagen:



3. Consultar los Estados Financieros y los Anexos de los tres últimos periodos en donde se muestra la información correspondiente al los activos, pasivos, patrimonio, utilidades o pérdidas, número de acciones en circulación, utilidad de precio por acción, dividendos, precio promedio por acción, entre otros.

Nota: la información de los activos, pasivos, patrimonio, utilidades o pérdidas y número de acciones en circulación; es con base en el último periodo de operación.

INDICADORES FINANCIEROS BURSÁTILES:

Los indicadores a establecer son: IBA, Q-Tobin³, liquidez bursátil⁴, acciones en ganga, acciones con buen valor, relación precio - ganancia⁵, ganancia y crecimientos de dividendos y fugitivos razonables. Para éste procedimiento, se propone el siguiente formato:

Formato No. 2 Indicadores Financieros Bursátiles

INDICADIRES	CONDICIONES	Acción 1	Acción 2	...	Acción n
IBA					
Q TOBIN					
LIQUIDEZ BURSATIL					
ACCIONES EN GANGA	UTILIDADES >0				
A. CON BUEN VALOR	FINANCIERAS				
	RPG (P/E)				
	GANANCIAS Y CRECIMIENTO				
	CRECIMIENTO DE DIVIDENDOS				
FUGITIVOS RAZONABLES					
VALOR PATRIMONIAL					

³ **Q- Tobin:** Relación del precio de mercado de la acción con el valor en libros de la misma.

⁴ **Liquidez bursátil diaria:** Se da en porcentaje y representa la facilidad de transformación en efectivo de la acción.

⁵ **Relación precio - ganancia:** Relaciona el precio de mercado de la acción con la utilidad por acción

[Ver Anexo 3 Análisis Fundamental Excel](#)

Para el cálculo de los indicadores financieros se tienen las siguientes fórmulas:

- **Q-Tobin**

$$Q-Tobin = \frac{PPP}{\text{Precio Patrimonio}}$$

PPP: Precio promedio por acción (Precio del mercado)

En la medida en que éste indicador sea mayor que el precio del mercado, estará más lejano del patrimonial.

- **Liquidez bursátil**

$$\text{Liquidez Bursatil} = \frac{\text{No. acciones negociadas}}{\text{No. acciones en circulación}}$$

Entre más cerca esté de 1, mayor es la posibilidad de que la acción que se vuelva líquida rápidamente.

- **Acciones en Ganga**

$$\text{Acciones en ganga} = \frac{\text{Activo corriente} - \text{Pasivo corriente}}{\text{No. acciones en circulación}} > PPP$$

El indicador muestra las acciones que se compran por un valor menor a lo que vale la acción. (Utilidades > 0)

- **Acciones con buen valor**

$$\text{Acciones con buen valor} = \frac{\text{Activo corriente} - \text{Pasivo corriente}}{\text{No. acciones en circulación}} > 2$$

El indicador presenta una condición financiera, esto es que debe ser mayor que 2. Se interpreta: para cada acción, la empresa tiene como cubrir su pasivo corriente doblemente.

- **Relación precio ganancia**

$$\text{RPG} = \frac{\text{PPP}}{\text{UPA}}$$

El indicador Relación Precio Ganancia muestra cuanto se debe invertir para ganar un peso, donde UPA=utilidad/No. acciones

ANÁLISIS ASPECTOS ECONÓMICOS FINANCIEROS E INDICADORES BURSÁTILES

Se debe realizar un análisis de cada uno de los indicadores que se calcularon con el fin de establecer las acciones que conformarán el portafolio.

[Ver Anexo 4 Análisis Fundamental](#)

9.3.2. SELECCIÓN DE ACCIONES

Consiste en seleccionar las acciones que van a conformar el portafolio de inversión. Se aconseja, elegir las cinco mejores acciones debido a que un portafolio con menos acciones se considera un portafolio riesgoso.

[Ver Anexo 5 Acciones Seleccionadas](#)

9.3 PORTAFOLIO - MÉTODO VARIANZA COVARIANZA O DELTA NORMAL

A partir de la información que se obtuvo en el capítulo anterior respecto a la selección de las acciones se procede a aplicar la metodología de Varianza/Covarianza o Delta Normal.

9.3.1. PORTAFOLIO CON DOS ACCIONES

Consiste en realizar un análisis por parejas de acciones (comparar cada acción con cada una de las acciones), maximizando la rentabilidad⁶ y minimizando el riesgo⁷.

[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

CONSTRUCCIÓN DE HOJA DE CÁLCULO

Construir una hoja de Excel por cada par de acciones:

⁶ **Rentabilidad Esperada:** promedio de las variaciones de los precios de cada acción

⁷ **Riesgo:** Diferencia entre el valor esperado y el valor obtenido

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

Formato No.3 Maximizar Rentabilidad – Minimizar Riesgo

Fecha Operación	Acción 1 (A1)	Acción 2 (A2)	Variación A1	Variación A2
Periodo 1	Precio 1 de acción 1 (PA1 ₁)	Precio 1 de acción 2 (PA2 ₁)		
Periodo 2	Precio 2 de acción 1 (PA1 ₂)	Precio 2 de acción 2 (PA2 ₂)	= $(PA1_2 - PA1_1) / PA1_1$	= $(PA2_2 - PA2_1) / PA2_1$
Periodo 3	Precio 3 de acción 1 (PA1 ₃)	Precio 3 de acción 2 (PA2 ₃)	= $(PA1_3 - PA1_2) / PA1_2$	= $(PA2_3 - PA2_2) / PA2_2$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Periodo n	Precio n de acción 1 (PA1 _n)	Precio n de acción 2 (PA2 _n)	= $(PA1_n - PA1_{n-1}) / PA1_{n-1}$	= $(PA2_n - PA2_{n-1}) / PA2_{n-1}$
		Rentabilidad esperada	=PROM(variaciones A1)	=PROM(variaciones A2)
		Varianza	=VAR(variaciones A1)	=VAR(variaciones A2)
		Riesgo	=RAIZ(varianza A1)	=RAIZ(varianza A2)
		Z	=NORMALIZACIÓN(0;Rentabilidad A1; Riesgo A1)	=NORMALIZACIÓN(0;Rentabilidad A2; Riesgo A2)
		Pos. Perdida	=DISTR.NORM.ESTAND(Z)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z)

- **Fecha de operación:** Son las fechas o periodos para cada valor de precio. Usualmente, se presentan diariamente, es decir, todos los días las acciones presentan un precio diferente, por tanto la fecha de operación son todos los días, según el periodo que se desee estudiar.
- **Acción 1 (A1):** En esta columna se deben ingresar los precios de la acción durante el periodo que se va a analizar. Para ello se debe:

1. Ingresar en la página de la Superintendencia Financiera www.superfinanciera.gov.co

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO

- Ingresar al link evolución de los precios promedios diarios de cotización que se encuentra en la parte inferior izquierda de la página principal.

The screenshot shows the website of the Superintendencia Financiera de Colombia. The main content area is titled "Resultados del Sistema Financiero Colombiano a Febrero de 2008". Below the title, there is a date "2 de abril de 2008" and a paragraph of text. To the right of the text, there is a table with financial data. The table has two main sections: "Trimestrales" and "Anuales". The "Trimestrales" section includes "Interés Bancario Cte." (21,92%) and "Tasa de Usura" (32,88%). The "Anuales" section includes "Interés Bancario Cte." (33,93%) and "Microcrédito" (22,62%). Below the table, there is a section titled "Mercado Accionario" with links for "Índices Accionarios", "Informe Diario", "Evolución de los precios promedios diarios de cotización", "Acciones colombianas en NYSE", "Índice de bursatilidad accionario", and "Información Mercado de Valores". The link "Evolución de los precios promedios diarios de cotización" is circled in red.

Superintendencia Financiera de Colombia

Inicio English Mapa del Sitio

Aseguradoras e Intermediarios de Seguros Establecimientos de Crédito Intermediarios de Valores y otros agentes Pensiones, Cesantías y Fiduciarias Portafolios de Inversión SIMEV Gobierno Corporativo

Nuestra Superintendencia

Entidades Supervisadas

Normativa

Consumidor Financiero

Trámites y Sanciones

Comunicados y Publicaciones

Contrataciones

Páginas de Interés

Contáctenos

Tarifas Servicios Financieros

- [Comunicado de Prensa](#)
- [Presentación](#)
- [Exposición de Motivos](#)
- [Audio de la Rueda de Prensa - Reforma Financiera](#)
- [Texto del Proyecto sobre Reforma Financiera](#)

Resultados del Sistema Financiero Colombiano a Febrero de 2008

2 de abril de 2008

El sector financiero consolidado registró pérdidas durante febrero del presente año por \$1,0 billón, superando las pérdidas que se registraron en febrero de 2007 de \$0,3 billones. Estas cifras se explican por los resultados netos de las sociedades administradoras (\$731 mm) y los fondos administrados (-\$1,74 billones). Estos últimos han sufrido pérdidas por la desvalorización de sus portafolios de inversión en los primeros meses de 2008. [Comunicado de Prensa](#).

Consulte en los siguientes enlaces los informes por sector, relacionados con los Resultados del Sistema Financiero Colombiano a febrero de 2008:

Trimestrales	
Interés Bancario Cte. (01 Abr.-30 Jun. 2008)	
Consumo y Ordinario	21,92%
Tasa de Usura (01 Abr.-30 Jun. 2008)	
Consumo y Ordinario	32,88%

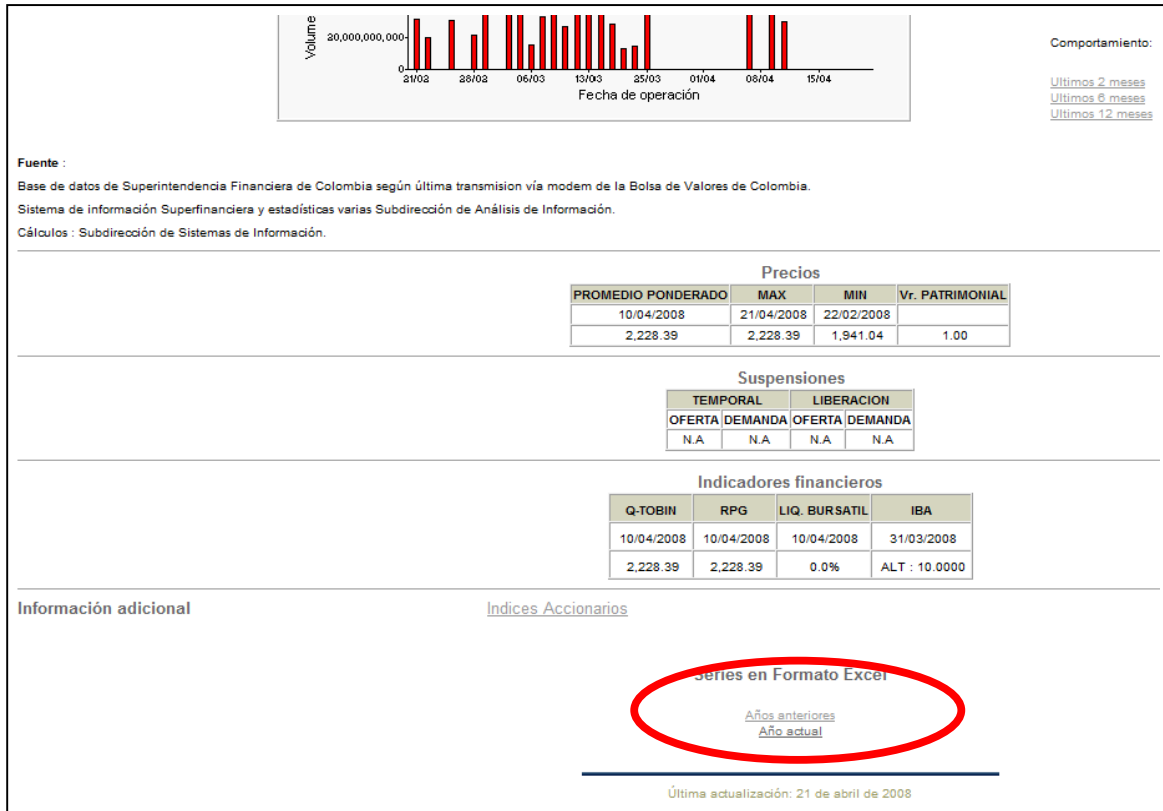
Anuales	
Interés Bancario Cte. (01 Abr. 2007 hasta 30 Sep. 2008)	
Microcrédito	22,62%
Tasa de Usura (01 Abr. 2007 hasta 30 Sep. 2008)	
Microcrédito	33,93%

Mercado Accionario

- [Índices Accionarios](#)
- [Informe Diario](#)
- [Evolución de los precios promedios diarios de cotización](#)
- [Acciones colombianas en NYSE](#)
- [Índice de bursatilidad accionario](#)
- [Información Mercado de Valores](#)

- Buscar el nombre de la entidad para la cual se requieren los precios y hacer click.
- Al final de la página, se encuentra el link series en formato Excel, abrir la opción año actual.

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO



5. Bajar los precios en el formato de Excel correspondientes a la columna pr_ponderado, con las fechas respectivas, los cuales se requieren para el análisis posterior.
 6. Repetir los pasos anteriores para cada una de las acciones seleccionadas, los cuales se deben ingresar en las respectivas columnas.
- **Variación A1:** variaciones de los precios de la acción 1
1. Calcular las variaciones de los precios

$$\Delta = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

El valor de la primera variación debe de ir en la segunda fila puesto que para el precio del primer periodo o la primera fecha no existe variación.

2. Arrastrar la fórmula hasta el último periodo cotizado.

- **Rentabilidad esperada:** Calcular la rentabilidad esperada para cada acción:

$$\overline{\Delta P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta P_i$$

En Excel: PROM(variaciones de cada acción). Se da en porcentaje.

- **Varianza:** Calcular la varianza para cada acción. Determina la dispersión de los datos

$$Var = \frac{1}{n-1} (X_i - \overline{X})^2$$

En Excel: VAR(variaciones de cada acción). Se da en porcentaje.

- **Riesgo (Desviación estándar):** Calcular el riesgo para cada acción así:

$$Riesgo = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} (X_i - \overline{X})^2}$$

En Excel: RAIZ(varianza). Se da en porcentaje.

- **Z (Límite del área de posibilidad de pérdida):** Calcular el límite de posibilidad de pérdida Z para cada una de las acciones:

$$Z = \frac{X_{esp} - \bar{X}}{\sigma}$$

En Excel: NORMALIZACIÓN(0;Rentabilidad;Riesgo)

- **Pos. Pérdida (Área de posibilidad de pérdida⁸):** Calcular para cada una de las acciones el área de posibilidad de pérdida así:

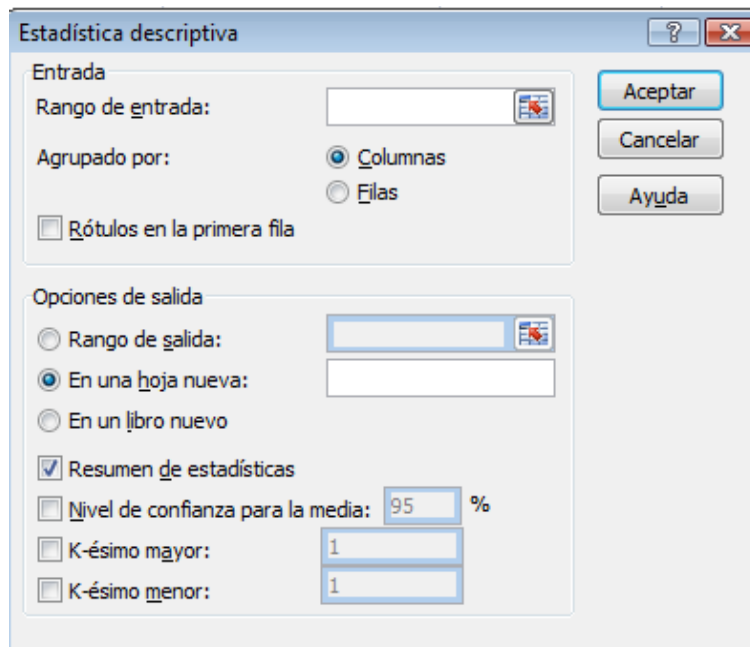
En Excel: DISTR.NORM.ESTAND(Z). Se da en porcentaje.

ESTADÍSTICAS DE CADA ACCIÓN

Se debe analizar los datos de las acciones a través de las estadísticas que arrojan, para esto se establece el siguiente procedimiento:

1. En la pestaña Herramientas o Datos, dar click en Análisis de datos
2. Buscar Estadística Descriptiva y Aceptar
3. En rango de entrada insertar las variaciones de la acción
4. En rango de salida se debe agregar la celda en la que se quiere mostrar los resultados de las estadísticas.
5. Marcar resumen de estadísticas
6. Aceptar

⁸ **Área de posibilidad de pérdida:** Distribución normal estándar del valor z (límite del área de posibilidad de pérdida. Es el área bajo la curva de distribución hasta que la rentabilidad es igual a cero. Determina la mejor acción, entre menor posibilidad de pérdida tenga una acción ésta es mejor.



7. En el resumen se muestran las estadísticas de las variaciones de las acciones.

La información relevante corresponde al valor de la **curtosis**⁹ y el **coeficiente de asimetría**¹⁰. Éstas estadísticas son indicadores de riesgo.

[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

ESTANDARIZACIÓN

Para realizar la comparación rentabilidad - riesgo se debe estandarizar el comportamiento de cada acción a una función de distribución normalmente estándar. Para ello se debe construir para cada acción la siguiente tabla:

⁹ **Curtois:** Muestra la concentración de los datos con respecto al valor medio. Entre más positiva sea, menor riesgo tiene la acción.

¹⁰ **Coeficiente de Asimetría:** Muestra el sesgo que presentan los datos con respecto a la media teniendo como base los extremos.

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

Formato No. 4 Nivel de rentabilidad – Posibilidad de pérdida o ganancia

ACCIÓN 1		
NIVEL RENTABILIDAD	Z	POSIB. PERDIDA-GAN
0,0000% : (N. Rentab ₁)	=NORMALIZACIÓN(N. Rentab ₁ , Rentabilidad A1; Riesgo A1): (Z ₁)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₁)
0,0000% + incremento : (N. Rentab ₂)	=NORMALIZACIÓN(N. Rentab ₂ , Rentabilidad A1; Riesgo A1): (Z ₂)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₂)
N. Rentab ₂ + incremento: (N. Rentab ₃)	=NORMALIZACIÓN(N. Rentab ₃ , Rentabilidad A1; Riesgo A1): (Z ₃)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₃)
N. Rentab ₃ + incremento : (N. Rentab ₄)	=NORMALIZACIÓN(N. Rentab ₃ , Rentabilidad A1; Riesgo A1): (Z ₃)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₃)
⋮	⋮	⋮
Valor máximo de rentabilidad entre las dos acciones hallado en el formato No. 3: (N. Rentab _n)	=NORMALIZACIÓN(N. Rentab _n , Rentabilidad A1; Riesgo A1): (Z _n)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z _n)

- **Nivel de Rentabilidad:** Se debe elegir un valor mínimo de 0,0000% y un valor máximo que corresponde al mayor de los valores de rentabilidad calculados entre cada par de acciones (formato No. 3). Así mismo, establecer una escala de valores de rentabilidad que se sitúen dentro de los valores máximo y mínimo.
- **Calcular el Z (límite del área de posibilidad de pérdida):** Determinar este valor para cada uno de los niveles de rentabilidad, teniendo en cuenta la rentabilidad esperada (formato No.3) y el riesgo de la acción (formato No.3), tal como se muestra en el formato No. 4.
- **Posibilidad de pérdida:** calcular el área de posibilidad de pérdida para cada valor Z tal como se muestra en el formato.

Realizar el mismo procedimiento para la Acción 2.

- **Graficar distribución:** con los valores obtenidos en el formato No.4 se debe construir la curva de distribución para cada acción así:
 1. Insertar gráfico XY Dispersión.
 2. Agregar serie.
 3. Valores en x: seleccionar el rango de los valores de Z.
 4. Valores en y: seleccionar el rango de nivel de rentabilidad.
 5. Cambiar tipo de gráfico para columnas.
 6. Analizar la curva de distribución determinando el área de posibilidad de pérdida según el límite del área de posibilidad de pérdida (valor Z) obtenido.

[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

PORTAFOLIO CON DOS ACCIONES

Se debe construir un cuadro en donde se muestre la rentabilidad, la covarianza¹¹, el coeficiente de correlación¹², la varianza¹³ y el riesgo del portafolio como se muestra a continuación:

Formato No. 5 Portafolio con dos acciones

PORTAFOLIO CON DOS ACCIONES	
RENTABILIDAD	=0,5*Rentabilidad Acción 1+0,5*Rentabilidad Acción 2
COVARIANZA	=COVAR(rango variaciones A1; rango variaciones A2)
COEF. CORRE	=COEF.DE.CORREL(rango variaciones A1; rango variaciones A2)
VARIANZA	=0,5*0,5*varianza A1+0,5*0,5*varianza A2+2*0,5*0,5*covarianza
RIESGO PORTAFOLIO	=RAIZ(varianza)

¹¹ **Covarianza:** Establece una media dentro de la distribución de los datos de la cola de la varianza.

¹² **Coeficiente de correlación:** Muestra cómo varían los datos con respecto a su valor medio, teniendo en cuenta el comportamiento de sus desviaciones estándar o relación entre las variables.

¹³ **Varianza:** Establece la dispersión de los datos.

- **Calcular la Rentabilidad del portafolio:** corresponde al punto medio de las rentabilidades de cada acción, se calcula en forma ponderada.

$$\text{Rentabilidad portafolio} = \sum_{i=1}^n A_i R_i$$

A_i : Porcentaje de inversión en la acción i

R_i : Rentabilidad esperada de la acción i

Para éste caso de portafolios con dos acciones el valor de A_i debe ser 0,5 el cual se multiplica como muestra la fórmula por el valor de la rentabilidad calculado para cada acción (Formato No. 3)

- **Calcular la covarianza del portafolio:** No incluye las variaciones con respecto al valor medio.

$$\text{Covarianza} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

Para calcular la covarianza del portafolio se debe ingresar la función COVAR(rango variaciones A1; rango variaciones A2)

- **Calcular el coeficiente de correlación:** Determina la compensación entre las variables en el portafolio. El valor que arroja éste indicador muestra que tan relacionadas están las acciones que conforman el portafolio, en la medida en que éste valor sea bajo presenta menor riesgo, indicando una correlación baja, es decir que las acciones no están altamente relacionadas y que por tanto una variación en una acción no afectaría notablemente la otra.

$$\text{Coeficiente de correlación} = \rho = \frac{\text{covarianza}(A1; A2)}{(\text{varianza } A1)(\text{varianza } A2)}$$

Para calcular la covarianza del portafolio se debe ingresar la función
COEF.DE.CORREL(rango variaciones A1; rango variaciones A2)

- **Calcular la varianza del portafolio:** Muestra cómo varían las diferentes acciones con respecto a ella misma o entre ellas.

$$\text{varianza} = \%inversión(\text{variación A1})^2 + 2(\text{covarianza portafolio})^2 + \%inversión(\text{variación A2})^2$$

Para calcular la varianza del portafolio el porcentaje de inversión debe ser 0,5, se eleva al cuadrado y se multiplica por la varianza A1 y por la varianza A2 y se le suma el doble producto de la covarianza del portafolio elevada al cuadrado.

- **Calcular el riesgo del portafolio:** Se debe cumplir el teorema Portafolio donde la suma de los riesgos de las acciones debe ser mayor que el riesgo del portafolio.

$$\text{Riesgo portafolio} < \text{Riesgo A1} + \text{Riesgo A2}$$

Para calcular el riesgo del portafolio se debe sacar la raíz a la varianza del portafolio, para esto se debe ingresar la función RAIZ(varianza del portafolio)

[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO EFICIENTE

Se evalúa el portafolio de manera discreta y se asume que los datos siguen una distribución normal estándar.

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

Con el formato que se muestra a continuación se construye el conjunto eficiente el cual permite determinar la conformación óptima del portafolio, es decir, muestra el punto óptimo de mínimo riesgo, indicando el porcentaje de inversión para cada acción. Para esto se debe realizar lo siguiente:

Formato No.6 Conjunto eficiente

% INVERSIÓN A1	% INVERSIÓN A2	RENTABILIDAD	VARIANZA PORTAFOLIO	RIESGO PORTAFOLIO	Z	POSIB. PERDI PORTAFOLIO
1	0	=(% inversión A1)(Rentabilidad A1)+(% inversión A2)(Rentabilidad A2)	=(% inversión A1) ² (Varianza A1)+(% inversión A2) ² (Varianza A2)+2(% inversión A1)(% inversión A2)(covarianza del portafolio)	=RAIZ(varianza portafolio obtenida para cada % de inversión)	=NORMAILIZACIÓN(0; Rentabilidad obtenida para cada % de inversión; Riesgo obtenido para cada % de inversión)	DISTR.NORM.ESTAND(Z obtenido para cada % de inversión)
0,9	0,1					
⋮	⋮					
0	1					
					VALOR MINIMO	=MIN(todos los valores de posib.perdi port)

1. En la columna **% de Inversión A1** se ingresa el porcentaje de inversión para la acción 1, ubicando en la primera fila un porcentaje del 100% con un decremento del 10% hasta llegar al 0%.

2. En la columna **% de Inversión A2** se ingresa igualmente el porcentaje de inversión para ésta, que a diferencia de la primera columna se ubica en la primera fila un porcentaje de inversión del 0% el cual se va incrementando en un 10% hasta llegar al 100%.

3. **Rentabilidad:** En ésta columna se debe calcular el valor de rentabilidad para cada porcentaje de inversión en cada acción teniendo en cuenta las rentabilidades esperadas de cada acción obtenidas en el formato No.3. Para esto se multiplica el porcentaje de inversión de la acción 1 por el valor de la rentabilidad esperada de ésta, a esto se le suma la multiplicación entre el porcentaje de inversión de la acción 2 y la rentabilidad esperada de ésta, arrastrar la fórmula para cada uno de los valores de inversión.

$$(\% \text{ inversión A1})(\text{Rentabilidad A1})+(\% \text{ inversión A2})(\text{Rentabilidad A2})$$

4. **Varianza Portafolio:** Calcular la varianza para cada porcentaje de inversión de las acciones. Para esto se debe elevar al cuadrado el porcentaje de inversión de la acción 1 y multiplicarlo por la varianza de la acción calculada en el formato No. 3, a esto se le suma la multiplicación entre el valor del porcentaje de inversión de la acción 2 elevado al cuadrado y la varianza de la acción 2 calculada anteriormente, mas el doble producto de los porcentajes de inversión de la acción 1 y de la acción 2 y la covarianza del portafolio calculada en el formato No.5, y arrastrar la fórmula para cada valor de inversión.

$$(\% \text{ inversión A1})^2(\text{Varianza A1})+(\% \text{ inversión A2})^2(\text{Varianza A2})+2(\% \text{ inversión A1})(\% \text{ inversión A2})(\text{covarianza del portafolio})$$

5. **Riesgo portafolio:** Para hallar el riesgo se calcula la raíz a cada valor obtenido de varianza del portafolio.

$$\text{RAIZ}(\text{varianza portafolio obtenida para cada \% de inversión})$$

- 6. Límite de posibilidad de pérdida Z:** Se debe calcular el Z para cada valor de porcentaje de inversión, para esto se ingresa en Excel la función normalización, el valor que se desea normalizar es cero, la media corresponde a la rentabilidad obtenida para cada porcentaje de inversión y la desviación estándar es el riesgo obtenido para cada porcentaje de inversión.

NORMALIZACIÓN(0;Rentabilidad obtenida para cada % de inversión; Riesgo obtenido para cada % de inversión)

- 7. Posibilidad de pérdida:** calcular el área de posibilidad de pérdida para cada valor de porcentaje de inversión. Se debe ingresar la función DISTR.NORM.ESTAND que devuelve la distribución normal estándar acumulativa con una media de cero y una desviación estándar de uno, el valor que desea normalizar corresponde al valor z calculado en éste formato.

- 8. Valor Mínimo:** Calcular el valor mínimo entre todos los valores calculados en el formato de la columna de posibilidad de pérdida. Para esto se debe ingresar la función MIN la cual devuelve el valor mínimo de una lista de valores que para éste caso corresponde a los valores de posibilidad de pérdida.

Éste valor indica el punto óptimo de mínima posibilidad de pérdida en el cual se obtiene la máxima rentabilidad con el mínimo valor de riesgo con su respectivo porcentaje de inversión en cada acción.

MIN(lista de todos los valores de posib.perdi port)

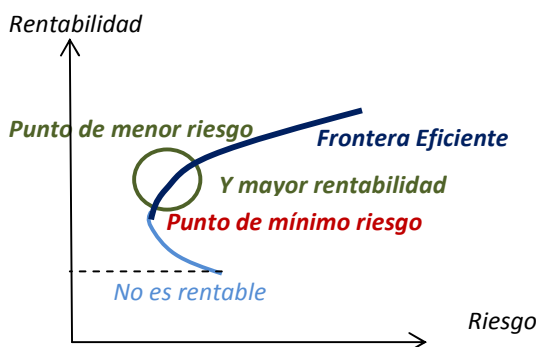
[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

FRONTERA EFICIENTE:

Se evalúa el portafolio de manera gráfica. Dicha gráfica permite observar el punto de mínimo riesgo, la frontera eficiente, el punto de menor riesgo y mayor rentabilidad y los puntos en donde la conformación del portafolio que se muestra no es rentable.

Con los valores obtenidos en el formato No.6 Conjunto Eficiente se debe construir la gráfica de la frontera eficiente:

1. Insertar gráfico XY Dispersión.
2. Agregar serie.
3. Valores en x: seleccionar el rango de los valores de riesgo.
4. Valores en y: seleccionar el rango de nivel de rentabilidad.
5. Aceptar.
6. Identificar el punto óptimo con mínimo riesgo y mayor rentabilidad.



[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

DETERMINACIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL PORTAFOLIO

Consiste en determinar cuanto se debe invertir en cada acción (% de inversión) para obtener la mayor rentabilidad con el mínimo riesgo.

Para esto se debe observar en el formato No. 6 Conjunto Eficiente el porcentaje de inversión en la acción 1 y en la acción 2 al cual le corresponde el valor mínimo hallado que se identifica en la columna de posibilidad de pérdida.

[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

CÁLCULO DEL VaR

Se debe establecer las variables nivel de confianza y el horizonte temporal, determinar el monto de la inversión inicial e identificar el riesgo del portafolio obtenido durante el procedimiento anterior. El estándar de la industria es calcular el VaR con un nivel de significancia del 5% queriendo decir que se desea un 5% como área de pérdida.

Para calcular el Var se debe multiplicar a la desviación estándar (riesgo del portafolio) de la serie de retornos por 1.645, indicando que el portafolio podría sufrir una pérdida superior al VaR en sus retornos esperados solamente el 5% de las veces o 1 de 20 veces, es decir una vez al mes con datos diarios.

$$\text{VaR}(\alpha = 1.645) = -\alpha \cdot \sigma$$

Donde σ corresponde al riesgo del portafolio y α al nivel de significancia dado para el nivel de confianza establecido.

Para presentar el VaR en cifras monetarias se debe multiplicar la desviación estándar y el nivel de significancia por el monto de la inversión inicial (capital) de la siguiente manera:

$$\text{VaR}(\alpha = 1.645) = -\alpha \cdot \sigma \cdot K$$

Donde K corresponde al monto de la inversión inicial o capital.

[Ver Anexo 6 Portafolio con dos acciones](#)

ANÁLISIS DEL PORTAFOLIO

Se debe realizar análisis para cada acción y análisis del portafolio con dos acciones

[Ver Anexo 7 Análisis del portafolio por par de acciones](#)

- **Análisis de cada acción:**
 1. Analizar la rentabilidad y el riesgo (Formato No. 3) y determinar la acción con mejor rentabilidad y menor riesgo.
 2. Analizar la curtosis y el coeficiente de asimetría (Estadísticas acción)
 3. Analizar la posibilidad de pérdida (Formato No.3, Formato No. 4 y gráfico distribución)

- **Análisis del portafolio con dos acciones:**
 1. Comprobar el teorema del portafolio donde la suma de los riesgos de cada acción son menores al riesgo del portafolio.
 2. Analizar el coeficiente de correlación: entre más bajo, menor la correlación y mayor diversificación del portafolio.

3. Determinar el punto óptimo de mínimo posibilidad de pérdida (Formato No.6)
4. Identificar el porcentaje de inversión en cada acción.
5. Identificar el VaR.

[Ver Anexo 7 Análisis del portafolio por par de acciones](#)

Realizar el procedimiento de portafolio con dos acciones para cada combinación de parejas de acciones seleccionadas.

9.3.2. PORTAFOLIO CON TRES O MÁS ACCIONES:

Consiste en determinar que porcentaje se debe invertir en cada acción en un portafolio optimizado, con mínimo riesgo y máxima rentabilidad.

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

CONSTRUCCIÓN DE HOJA DE CÁLCULO

Construir una hoja en Excel con todas las acciones que se quieran incluir, sin embargo como ya se mencionó anteriormente se sugiere que se incluyan como mínimo cinco acciones para disminuir el riesgo del portafolio.

- **Fecha de operación:** Ingresar los periodos correspondientes a los precios de cotización de las acciones.

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

- **En las columnas Acción (A1, A2,..., An):** Se debe ingresar los precios promedios cotizados para cada acción durante el periodo que se va a analizar. Para ello se debe realizar el mismo procedimiento del portafolio con dos acciones referente a la obtención de los precios promedios diarios de cotización de las acciones a través de la página de la Superintendencia Financiera www.superfinanciera.gov.co

Formato No.7 Variaciones - Rentabilidad - Riesgo

Fecha	Acción 1 (A1)	Acción 2 (A2)	...	Acción n (An)	Variación A1	Variación A2	...	Variación An
Periodo 1	Precio 1 de acción 1 (PA1 ₁)	Precio 1 de acción 2 (PA2 ₁)	...	Precio 1 de acción n (PA _{n1})			...	
Periodo 2	Precio 2 de acción 1 (PA1 ₂)	Precio 2 de acción 2 (PA2 ₂)	...	Precio 2 de acción n (PA _{n2})	(PA1 ₂ – PA1 ₁)/PA1 ₁	(PA2 ₂ –PA2 ₁)/PA2 ₁	...	(PA2 ₂ –PA2 ₁)/PA2 ₁
Periodo 3	Precio 3 de acción 1 (PA1 ₃)	Precio 3 de acción 2 (PA2 ₃)	...	Precio 3 de acción n (PA _{n3})	(PA1 ₃ – PA1 ₂)/PA1 ₂	(PA2 ₃ –PA2 ₂)/PA2 ₂	...	(PA2 ₃ –PA2 ₂)/PA2 ₂
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Periodo n	Precio n de acción 1 (PA1 _n)	Precio n de acción 2 (PA2 _n)	...	Precio n de acción n (PA _{n_n})	(PA1 _n –PA1 _{n-1})/PA1 _{n-1}	(PA2 _n –PA2 _{n-1})/PA2 _{n-1}	...	(PA2 _n –PA2 _{n-1})/PA2 _{n-1}
				Rentabilidad esperada	=PROM(variaciones A1)	=PROM(variaciones A2)	...	=PROM(variaciones An)
				Varianza	=VAR(variaciones A1)	=VAR(variaciones A2)	...	=VAR(variaciones An)
				Riesgo	=RAIZ(varianza A1)	=RAIZ(varianza A2)	...	=RAIZ(varianza An)

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

DETERMINAR LAS VARIACIONES DE LOS PRECIOS

En las columnas variaciones A1, A2,..., An del formato No.7 se debe calcular las variaciones de los precios de cada acción como se describió en el procedimiento de portafolio con dos acciones.

$$\Delta = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

RENTABILIDAD ESPERADA

Calcular la rentabilidad esperada para cada acción en el formato No.7

$$\overline{\Delta P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta P_i$$

En Excel: PROM(variaciones de cada acción). Se da en porcentaje.

CÁLCULO DEL RIESGO

- **Varianza:** Calcular la varianza para cada acción en el formato No. 7. Determina la dispersión de los datos

$$Var = \frac{1}{n-1} (X_i - \bar{X})^2$$

En Excel: VAR(variaciones de cada acción). Se da en porcentaje.

- **Riesgo (Desviación estándar):** Calcular el riesgo para cada acción en el Formato No. 7 de la siguiente manera:

$$Riesgo = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} (X_i - \bar{X})^2}$$

En Excel: RAIZ(varianza). Se da en porcentaje.

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

CALCULAR LA MATRIZ VARIANZA/COVARIANZA:

- **En la columna Acción i y Acción j:** Organizar las parejas de acciones realizando una combinación entre las que se seleccionaron para la conformación del portafolio.

Formato No. 8 Matriz Varianza/Covarianza

MATRIZ DE COVARIANZAS					
ACCION	ACCION			% INVER	% INVER
i	j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	i	j
VA1	VA2	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA1);INDIRECTO(VA2))	COVAR(INDIRECTO(VA1); INDIRECTO(VA2))	%Inversió n VA1	%Inversió n VA2
VA1	VA3	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA1);INDIRECTO(VA3))	COVAR(INDIRECTO(VA1); INDIRECTO(VA3))	%Inversió n VA1	%Inversió n VA3
VA1	VA4	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA1);INDIRECTO(VA4))	COVAR(INDIRECTO(VA1); INDIRECTO(VA4))	%Inversió n VA1	%Inversió n VA4
VA1	VA _n	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA1);INDIRECTO(VA _n))	COVAR(INDIRECTO(VA1); INDIRECTO(VA _n))	%Inversió n VA1	%Inversió n VA _n
VA2	VA3	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA2);INDIRECTO(VA3))	COVAR(INDIRECTO(VA2); INDIRECTO(VA3))	%Inversió n VA2	%Inversió n VA3
VA2	VA4	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA2);INDIRECTO(VA4))	COVAR(INDIRECTO(VA2); INDIRECTO(VA4))	%Inversió n VA2	%Inversió n VA4
VA2	VA _n	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA2);INDIRECTO(VA _n))	COVAR(INDIRECTO(VA2); INDIRECTO(VA _n))	%Inversió n VA2	%Inversió n VA _n
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
VA _i	VA _n	COEF.DE.CORREL(INDIRECTO (VA _i);INDIRECTO(VA _n))	COVAR(INDIRECTO(VA _i); INDIRECTO(VA _n))	%Inversió n VA _i	%Inversió n VA _n

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

- **Calcular la correlación entre las acciones:**

1. **Asignar nombre a un rango:** Para referirse a las celdas por sus nombres en las fórmulas.

En Windows 97 el procedimiento es el siguiente: Insertar- Nombre- Definir-Rango: celdas de las variaciones de cada acción- dar nombre de la columna respectiva a cada acción- Aceptar

Se debe realizar éste procedimiento para cada acción, es decir definir las celdas de las variaciones de cada una de las acciones con su respectivo nombre.

En Windows Vista el procedimiento es el siguiente: Fórmulas-Asignar nombre a un rango- en Nombre: se debe ingresar el nombre de la columna de las variaciones de la acción respectiva y en Hace referencia a: ingresar todas las celdas de las variaciones de cada acción-Aceptar.

Repetir el procedimiento para cada una de las acciones.

2. **Insertar Función:** En cada celda de la columna Correlación se debe ingresar la función COEF.DE.CORREL para calcular el coeficiente de correlación entre las acciones y la función INDIRECTO para referirse a las variaciones de las acciones únicamente a través del nombre que se le dio anteriormente. (Formato No.7)

Para su cálculo: COEF.DE.CORREL(INDIRECTO(VAi);INDIRECTO(VAj))

Donde VAi y VAj corresponde al nombre que se le definió a las celdas referentes a las variaciones de cada acción.

- **Calcular la covarianza entre las acciones:** Como se muestra en el formato No. 8, la fórmula incluye la función COVAR y la función INDIRECTO. Se

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

calcula en cada una de las celdas de la columna Covarianza de forma similar al coeficiente de correlación.

Para su cálculo:

COVAR(INDIRECTO(VAi);INDIRECTO(VAj))

Donde VAi y VAj corresponde al nombre que se le definió a las celdas referentes a las variaciones de cada acción.

- **Porcentaje de inversión i y porcentaje de inversión j:** (Antes de ingresar los datos en éstas columnas se debe construir el formato siguiente No.9 correspondiente a la ponderación de la inversión)

En las columnas % inversión i y % inversión j (formato No.8) se debe copiar el porcentaje de inversión de cada acción que se muestra en el siguiente formato según corresponda.

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN

- **Acción i:** En las celdas de ésta columna se deben ubicar los nombres de las acciones.

Formato No. 9 Ponderación de la Inversión

PONDERACION DE LA INVERSION					
ACCION i	% INVERSION	RENTABILIDAD	RIESGO	VARIANZA	% INVERSION ^2
VA1	% inversión VA1	Rentabilidad A1	Riesgo A1	Varianza A1	(%Inversión de VA1) ²
VA2	% inversión VA2	Rentabilidad A2	Riesgo A2	Varianza A2	(%Inversión de VA2) ²
VA3	% inversión VA3	Rentabilidad A3	Riesgo A3	Varianza A3	(%Inversión de VA3) ²
Van	% inversión VAn	Rentabilidad An	Riesgo An	Varianza An	(%Inversión de VAn) ²
	=SUMA(% inversión)				

La primera celda de la columna % de inversión corresponde a el valor que se debe invertir en la acción 1, en la segunda celda va el resultado del porcentaje de inversión en la acción 2 y así sucesivamente.

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

- **Calcular el porcentaje de inversión:** Para éste cálculo se debe utilizar la herramienta de Excel denominada Solver¹⁴. Las celdas de ésta columna serán las que se ingresan para que la herramienta cambie los valores para hallar la celda objetivo. Su procedimiento se explicará posteriormente.
El valor que resulte de éste cálculo se utilizará para ubicar la información en las celdas de las columnas % inversión i y % inversión j (Formato No.8)

Calcular la sumatoria de ésta columna: SUMA(% inversión)

- **Rentabilidad:** En la columna Rentabilidad copiar los datos que se obtuvieron en el formato No.6 respecto al valor de rentabilidad de cada acción, como se muestra en formato No. 9
- **Riesgo:** En la columna Riesgo copiar los datos que se obtuvieron en el formato No.6 respecto al valor de riesgo de cada acción, como se muestra en formato No. 9
- **Varianza:** En la columna Varianza copiar los datos que se obtuvieron en el formato No.6 respecto al valor de riesgo de cada acción , como se muestra en formato No. 9
- **Porcentaje de Inversión al cuadrado:** en la columna (% de inversión)² Se debe tener en cuenta la información de columna de % de inversión del formato

¹⁴ **Solver:** Herramienta de análisis que busca el valor óptimo de una celda objetivo cambiando los valores de las celdas utilizados para calcular la celda objetivo

No.8, cada valor se eleva al cuadrado y se ubica en la celda correspondiente como sigue:

$$=(\%inversión\ VAI)^2$$

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

PORTAFOLIO

Se debe construir el formato que se presenta a continuación en el cual se calculan la Rentabilidad óptima del portafolio, la varianza y el riesgo óptimo.

Celda Rentabilidad: En la celda correspondiente a la Rentabilidad se debe ingresar la fórmula con la función SUMAPRODUCTO teniendo en cuenta las celdas de la columna % de Inversión al cuadrado (Formato No.9) y las celdas de la columna Rentabilidad (Formato No.9)

Celda Varianza: Ingresar la función SUMAPRODUCTO teniendo en cuenta las columnas de % de inversión² y varianza del formato No.9 y las columnas %inver i, %inver j y covarianza del formato No.8.

$$=SUMAPRODUCTO(\%Inversión^2;varianza)+2*SUMAPRODUCTO(\%inver i;\%inver j; covarianza)$$

Celda Riesgo: En la celda correspondiente al Riesgo se debe ingresar la fórmula con la función RAIZ teniendo en cuenta la celda varianza (Formato No.10)

Formato No. 10 Portafolio

PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	=SUMAPRODUCTO(%Inversión^2;rentabilidades)
VARIANZA	=SUMAPRODUCTO(%Inversión^2;varianza)+2*SUMAPRODUCTO(%inver i;%inver j; covarianza)
RIESGO	=RAIZ(varianza)

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

- **Calcular la Rentabilidad Portafolio (Óptima):** Se debe maximizar la rentabilidad a través del Solver, los resultados que se arrojen se deben copiar en el formato 10.1 el cual se muestra a continuación y es idéntico al formato No. 10.

Formato 10.1 Maximizar la Rentabilidad

PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	Resultado de rentabilidad del formato No. 10 al utilizar Solver maximizar
VARIANZA	Resultado de la varianza del formato No. 10 al utilizar Solver maximizar
RIESGO	Resultado del riesgo del formato No.10 al utilizar Solver maximizar

A continuación se presenta el procedimiento a seguir para maximizar la rentabilidad:

1. En Herramientas (Windows 97) o en Datos (Windows Vista) ingresar al Solver.
2. En Celda objetivo se agrega la celda correspondiente a la rentabilidad (Formato No.10)
3. Seleccionar maximizar en “Valor de la celda objetivo”.
4. Agregar las celdas de la columna % de inversión (Formato No.9) en la casilla “Cambiando las celdas”

5. Agregar restricciones:
 Las celdas de la columna % de inversión (Formato No.9) sean iguales a cero: rango % de inversión \geq 0
 La celda Sumatoria del % de Inversión sea igual a 1: celda sumatoria=1
6. En la pestaña Opciones activar la opción adoptar no negativos-Aceptar.
7. Resolver

[Ver Anexo 8 "Portafolio con tres o más acciones"](#)

- **Calcular el Riesgo del Portafolio (Óptimo):** Se debe minimizar el riesgo a través del Solver, los resultados que se arrojen se deben copiar en el formato 10.2 el cual se muestra a continuación y es idéntico al formato No. 10.

Formato 10.2 Minimizar Riesgo

PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	Resultado de rentabilidad del formato No. 10 al utilizar Solver minimizar
VARIANZA	Resultado de la varianza del formato No. 10 al utilizar Solver minimizar
RIESGO	Resultado del riesgo del formato No.10 al utilizar Solver minimizar

A continuación se presenta el procedimiento a seguir para minimizar el riesgo:

1. En Herramientas (Windows 97) o en Datos (Windows Vista) ingresar al Solver.
2. En Celda objetivo se agrega la celda correspondiente al riesgo (Formato No.10)
3. Seleccionar minimizar en "Valor de la celda objetivo".
4. Agregar las celdas de la columna % de inversión (Formato No.9) en la casilla "Cambiando las celdas".
5. Agregar restricciones:
 Las celdas de la columna % de inversión (Formato No.9) sean iguales a cero: rango % de inversión \geq 0

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

La celda Sumatoria del % de Inversión sea igual a 1: celda sumatoria=1

6. En la pestaña Opciones activar la opción adoptar no negativos –Aceptar
7. Resolver.

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

CONJUNTO EFICIENTE

Construir el conjunto eficiente siguiendo los pasos que se presentan a continuación:

Formato No.11 Conjunto Eficiente

CONJUNTO EFICIENTE			
RENTABILIDAD	RIESGO	Z	POSI. PERDIDA
=Resultado Rentabilidad Solver max rentabilidad Rent ₁	=Resultado Riesgo Solver maximizando Rentabilidad	=NORMALIZACION(0;Rent ₁ ; Riesgo ₁)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₁)
=Rent ₁ - Incremento Rent ₂	=Resultado Solver agregando restricción: Rentabilidad Port=R ₂	=NORMALIZACION(0;Rent ₂ ; Riesgo ₂)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₂)
=Rent ₂ -Incremento Rent ₃	=Resultado Solver agregando restricción: Rentabilidad Port=R ₃	=NORMALIZACION(0;Rent ₃ ; Riesgo ₃)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₃)
⋮	⋮	⋮	
=Rent ₉ -Incremento Rent ₁₀	=Resultado Solver agregando restricción: Rentabilidad Port=R ₃	=NORMALIZACION(0;Rent ₁₀ ; Riesgo ₁₀)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₄)
=Resultado Rentabilidad Solver min Riesgo	=Resultado Riesgo Solver minimizando Riesgo	=NORMALIZACION(0;Rent ₁₁ ; Riesgo ₁₁)	=DISTR.NORM.ESTAND(Z ₅)
VALOR MINIMO			=MIN(todos los valores de posib.perdi port)

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

- **Calcular la Rentabilidad para el conjunto eficiente:** Se debe copiar el resultado de la celda rentabilidad del formato No. 10.1 (valor máximo de rentabilidad) en la primera casilla de la columna Rentabilidad del conjunto eficiente.

En la última celda de la columna de Rentabilidad (Formato No.11) copiar el valor de rentabilidad del formato No.10.2 (valor mínimo de rentabilidad) que se obtuvo al utilizar el Solver minimizando el riesgo.

Calcular incremento: El incremento se calcula con el fin establecer los demás valores que se deben ubicar en la columna rentabilidad. Para esto se establece el número total de niveles de rentabilidad que se deseen analizar, se sugiere una cantidad de diez valores. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Incremento} = \frac{(\text{valor máximo de rentabilidad} - \text{valor mínimo de rentabilidad})}{10}$$

El valor de la segunda celda de la columna rentabilidad se calcula restando al valor máximo de rentabilidad el valor del incremento, el valor de la tercera celda se calcula restando al valor anterior de rentabilidad el incremento y así sucesivamente hasta completar la cantidad de niveles que se establecieron (10), como se muestra en el formato No. 11.

- **Calcular el riesgo:** Para calcular los valores de las celdas de la columna Riesgo del conjunto eficiente se debe utilizar el Solver; la celda objetivo es la celda de riesgo (Formato No. 10), minimizar, dejar las restricciones que se incluyeron anteriormente y agregar la restricción: Rentabilidad portafolio (Formato No.10)=Nivel de Rentabilidad del conjunto eficiente. Este procedimiento se debe repetir para cada uno de los niveles de rentabilidad.

Nota: Cada vez que se calcule el valor de riesgo para cada celda de la columna se debe copiar los resultados en el formato, debido a que si sólo se calculan y no se copian, éstos varían cada vez que se calcule el Solver para el siguiente valor de riesgo.

- **Calcular el límite del área de posibilidad de pérdida (Z):** El valor Z se calcula de la misma manera como se calcula para el portafolio con dos acciones utilizando la función NORMALIZACIÓN donde la media es cada valor de rentabilidad del conjunto eficiente y la desviación estándar es cada valor del nivel de riesgo. Ésta fórmula se debe calcular en cada una de las celdas de la columna Z del conjunto eficiente con sus respectivos valores de rentabilidad y de riesgo.

=NORMALIZACION(0; Nivel de Rentabilidad; Nivel de Riesgo)

- **Calcular el área de posibilidad de pérdida:** Se calcula de la misma manera como se calcula la posibilidad de pérdida para el portafolio con dos acciones utilizando la función DISTR.NORM.ESTAND y teniendo en cuenta cada valor de Z en cada una de las celdas de la columna de posibilidad de pérdida del conjunto eficiente.

=DISTR.NORM.ESTAND(Z_i)

- **Valor Mínimo:** Se debe calcular el valor mínimo entre todos los valores calculados en el formato de la columna de posibilidad de pérdida tal como se calculó en portafolio con dos acciones ingresando la función MIN la cual devuelve el valor mínimo de una lista de valores que para éste caso corresponde a los valores de posibilidad de pérdida.

Éste valor indica el punto óptimo de mínima posibilidad de pérdida en donde se obtiene la máxima rentabilidad con el mínimo valor de riesgo.

MIN(lista de todos los valores de posib.perdi port)

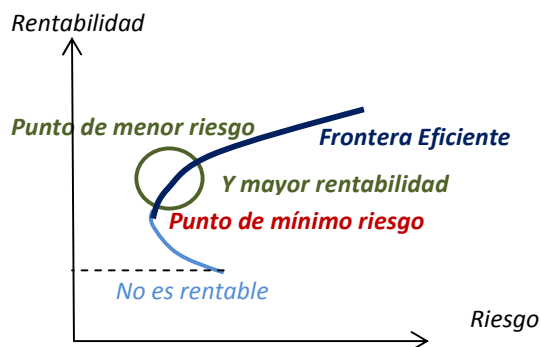
[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

PORTAFOLIO ÓPTIMO

- **Calcular Rentabilidad y Riesgo óptimo:** Se debe nuevamente utilizar el Solver con las mismas opciones que se tenían para calcular la columna de riesgo del conjunto eficiente en donde la celda objetivo corresponde al riesgo del portafolio formato No.10, las celdas a cambiar corresponden a las celdas de la columna % inversión del formato No.9, la opción es minimizar y las restricciones que los % de inversión sean mayores o iguales a cero, que la suma de las inversiones sea igual a uno y que la rentabilidad del portafolio formato No.10 es igual un nivel de rentabilidad que le corresponda formato No.11, la diferencia radica en que se debe cambiar el valor de nivel de rentabilidad de la última restricción por el valor que le corresponda según el valor mínimo de posibilidad de pérdida obtenido.
- **Graficar Conjunto Eficiente:** Construir gráfico de la frontera eficiente o conjunto eficiente con el fin de determinar el punto óptimo de mínimo riesgo y mayor rentabilidad de manera gráfica

Con los valores obtenidos en el formato No.6 Conjunto Eficiente se debe construir la gráfica de la frontera eficiente:

1. Insertar gráfico XY Dispersión.
2. Agregar serie.
3. Valores en x: seleccionar el rango de los valores de riesgo.
4. Valores en y: seleccionar el rango de nivel de rentabilidad.
5. Aceptar.
6. Identificar el punto óptimo con mínimo riesgo y mayor rentabilidad.



[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

DETERMINACIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL PORTAFOLIO:

Consiste en identificar cuánto se debe invertir en cada acción (% de inversión) para obtener la mayor rentabilidad con el mínimo riesgo.

Para esto se debe observar los resultados de la segunda columna del formato No. 9 Ponderación de la Inversión el valor respectivo de inversión en cada acción. (Porcentualmente)

Identificar la Rentabilidad y el riesgo óptimo del portafolio.

[Ver Anexo 8 “Portafolio con tres o más acciones”](#)

ANÁLISIS DEL PORTAFOLIO OPTIMIZADO:

[Ver Anexo 9 Análisis Portafolio optimizado \(3 o mas acciones\)](#)

En la **matriz varianza/covarianza** identificar las correlaciones existentes entre cada par de acciones.

El coeficiente de correlación indica cómo varían los datos con respecto a cada uno de sus valores esperados. Determina ¿cómo se van a compensar las variables en el portafolio?

Se debe determinar las acciones con menor correlación lo que permite identificar que las acciones pertenecen a diferentes sectores y las posibles variaciones de una amortiguan las variaciones de la otra acción.

Se debe determinar las acciones con mayor correlación lo que permite identificar que las acciones pertenecen al mismo sector y las posibles variaciones de una afectan a la otra.

La covarianza sólo expresa si la relación es directa o inversa, pero no incluye cómo varían los datos con respecto al valor medio.

Se debe determinar relación entre cada par de acciones directa; es decir si la relación es directa se analiza que las variaciones para cada par de acciones ocurren en el mismo sentido, o si es inversa, se analiza que las variaciones para cada par de acciones ocurren en sentidos contrarios.

Determinar la conformación del mejor portafolio con la **mínima posibilidad de pérdida**. Presentar el **porcentaje de inversión en cada acción**.

Analizar si el portafolio es un portafolio **diversificado** (Acciones pertenecientes a diferentes sectores). Presentar la **Rentabilidad óptima, la varianza y el Riesgo óptimo del portafolio**.

Presentar la grafica del **conjunto eficiente** identificando el punto de mínimo riesgo.

Presentar y analizar el **VaR**, para esto se debe establecer el nivel de confianza (El estándar de la industria es calcular el VaR con un nivel de significancia del 5%) y el horizonte temporal, determinar el monto de la inversión inicial e identificar el riesgo del portafolio obtenido durante el procedimiento anterior.

El producto de las anteriores variables da como resultado el valor del VaR del portafolio, el cual indica el valor máximo de pérdida del portafolio con un nivel de confianza en el periodo de tiempo establecido.

$$\text{VaR}(\alpha = 1.645) = -\alpha \cdot \sigma$$

Donde σ corresponde al riesgo del portafolio y α al nivel de significancia dado para el nivel de confianza establecido.

Para presentar el VaR en cifras monetarias se debe multiplicar la desviación estándar y el nivel de significancia por el monto de la inversión inicial (capital) de la siguiente manera:

$$\text{VaR}(\alpha = 1.645) = -\alpha \cdot \sigma \cdot K$$

Donde K corresponde al monto de la inversión inicial o capital.

[Ver Anexo 9 Análisis Portafolio optimizado \(3 o mas acciones\)](#)

9. 4 PORTAFOLIO - MÉTODO SIMULACIÓN HISTÓRICA

La simulación histórica es una técnica muy común para el cálculo del VaR, proporciona una implementación directa de valuación completa. Consiste en utilizar datos históricos de una manera directa como modelo de los posibles cambios que se presentarán en el futuro y aplicar ponderaciones actuales a una serie de tiempo de rendimientos históricos del activo.

Para el cálculo del VaR es necesario establecer inicialmente el horizonte temporal, el nivel de confianza y el número de datos.

Se debe identificar las variables de mercado que afectan el portafolio, que corresponden a los tipos de cambio, los precios de las acciones, los tipos de interés, etc. Se recopila la información de estas variables de acuerdo al número de datos establecido previamente. Esto proporciona el número de escenarios alternativos acerca de lo que puede ocurrir en el horizonte temporal.

Para cada escenario se debe calcular la variación que se ha dado en el valor del portafolio en el horizonte temporal. Los precios futuros hipotéticos para el escenario t se obtienen aplicando cambios históricos en los precios, al nivel actual de estos.

De esta forma se entiende que para un horizonte de tiempo de un día en el escenario 1, el cambio porcentual de todas las variables es el mismo que el del primer día para el que se recolectaron los datos; el escenario 2 se da cuando el cambio es el mismo que el del segundo día que se tiene información, etc.

Los pasos para desarrollar la metodología de la simulación histórica son:

1. Crear una serie histórica del factor de riesgo.
2. Construir la serie de rendimientos o retornos.
3. Estimar la serie alternativa del factor de riesgo (al valor actual del factor de riesgo se agrega el valor de las variaciones calculadas).
4. Revaluar el portafolio con cada uno de los valores estimados de los factores de riesgo.
5. Calcular pérdidas y ganancias del portafolio. (Se obtienen de la diferencia entre el valor del portafolio estimado con cada uno de los escenarios y el valor del portafolio vigente en la fecha de evaluación).
6. Ordenar los resultados del portafolio de mayores pérdidas a mayores ganancias y calcular el VaR con base en el nivel de confianza elegido.

El cálculo del VaR obtenido con este método utiliza una ventana histórica de n días para medir el riesgo, el problema es que la medición del VaR reportado es sólo una estimación

del valor verdadero y es afectada por la variabilidad muestral, es decir, elecciones distintas de n conducirán a distintos valores para el VaR. (Philippe Jorion, 2002)

9.5 PORTAFOLIO - MÉTODO SIMULACIÓN DE MONTE CARLO

El desarrollo de éste método se ilustra con un ejercicio de aplicación el cual se presentará en cada una de las etapas de la metodología descrita para el cual se hace necesario emplear la herramienta CRYSTAL BALL¹⁵

9.5.1. TOMA DE DATOS

La información requerida en este paso se refiere a las fechas con sus respectivos precios promedios diarios de las acciones seleccionadas (En la página de la Superintendencia Financiera www.superfinanciera.gov.co en el link evolución de los precios promedios diarios de cotización. Éste procedimiento se describió anteriormente en la construcción del portafolio con dos acciones.

Ingresar los datos en una hoja nueva de Excel construyendo el formato que se presenta a continuación:

¹⁵ **Crystal Ball:** es un programa que ofrece diversas ayudas para determinar las distribuciones de las variables aleatorias de los modelos a través de herramientas complejas para ser aplicadas en el ambiente de hojas de cálculo de EXCEL. Para más información acerca del programa [Ver Anexo 10 "Crystal Ball"](#)

Formato No.12 Datos Método de Monte Carlo

Fecha Operación	Acción 1 (A1)	Acción 2 (A2)	...	Acción n (An)
Periodo 1	Precio 1 de acción 1 (PA1 ₁)	Precio 1 de acción 2 (PA2 ₁)	...	Precio 1 de acción n (PA _{n1})
Periodo 2	Precio 2 de acción 1 (PA1 ₂)	Precio 2 de acción 2 (PA2 ₂)	...	Precio 2 de acción n (PA _{n2})
Periodo 3	Precio 3 de acción 1 (PA1 ₃)	Precio 3 de acción 2 (PA2 ₃)	...	Precio 3 de acción n (PA _{n3})
⋮	⋮	⋮	...	⋮
Periodo n	Precio n de acción 1 (PA1 _n)	Precio n de acción 2 (PA2 _n)	...	Precio n de acción n (PA _{nn})

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Datos)

9.5.2. CÁLCULO DE LAS VARIACIONES

Se debe calcular las variaciones de los precios de cada una de las acciones en formato de porcentaje con un mínimo de 5 d en una hoja de Excel diferente a la que contiene los datos.

$$\Delta = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

El valor de la primera variación debe de ir en la segunda fila puesto que para el precio del primer periodo o la primera fecha no existe variación y arrastrar la fórmula hasta el último periodo cotizado.

Formato No.13 Variaciones Método de Monte Carlo

Fecha Operación	Variación A1	Variación A2	...	Variación An
Periodo 1			...	
Periodo 2	$=(PA1_2 - PA1_1) / PA1_1$	$=(PA2_2 - PA2_1) / PA2_1$...	$=(PAn_2 - PAn_1) / PAn_1$
Periodo 3	$=(PA1_3 - PA1_2) / PA1_2$	$=(PA2_3 - PA2_2) / PA2_2$...	$=(PAn_3 - PAn_2) / PAn_2$
	⋮	⋮	...	⋮
Periodo n	$=(PA1_n - PA1_{n-1}) / PA1_{n-1}$	$=(PA2_n - PA2_{n-1}) / PA2_{n-1}$...	$=(PAn_n - PAn_{n-1}) / PAn_{n-1}$

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Variaciones)

9.5.3. CONSTRUCCIÓN PORTAFOLIO ESTOCÁSTICO

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA

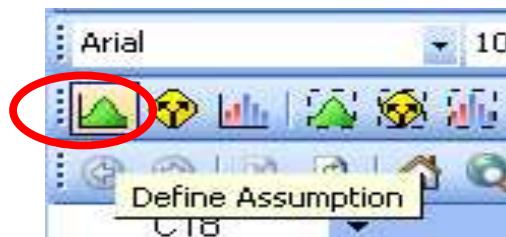
Se debe establecer a que tipo de distribución corresponden los datos con el fin de tener en cuenta la volatilidad de éstos, a diferencia de los cálculos realizados con el Solver en el cual se asume una distribución normal.

- **Volatilidad:** Construir el siguiente formato en una hoja nueva de Excel, a la cual se le asignará el nombre portafolio.

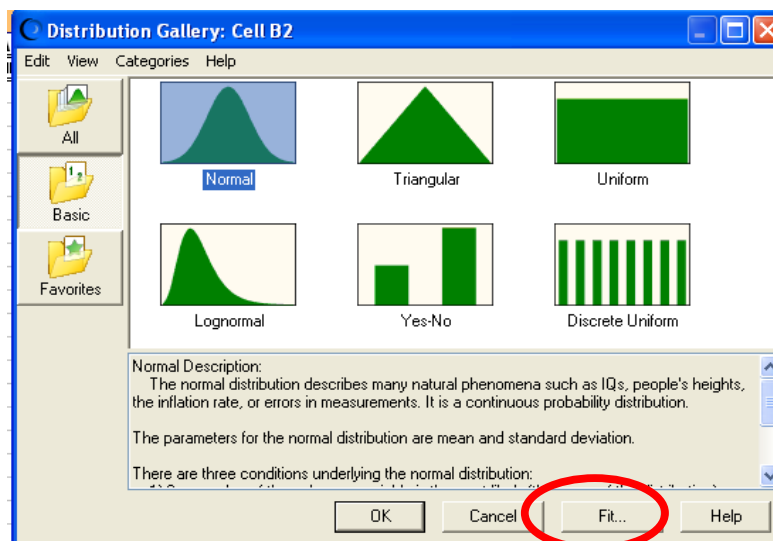
Formato No.14 Volatilidad

	ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	...	ACCIÓN n
VOLATILIDAD					

1. Ubicarse en la celda volatilidad de la primera acción.
2. Dar click en el ícono *Define Assumption* como se muestra en la figura



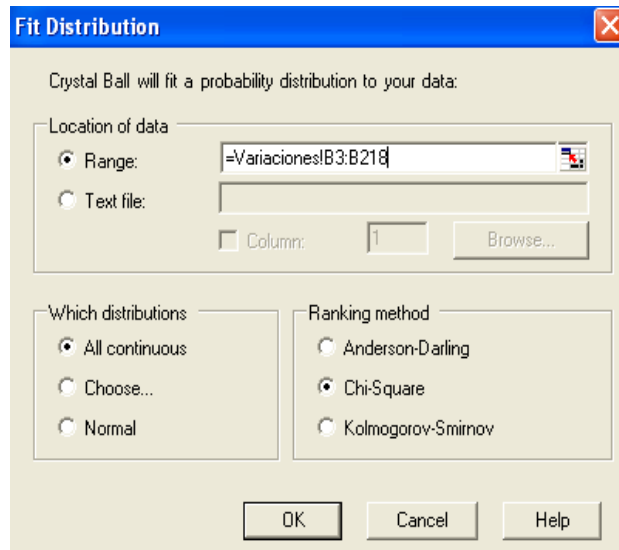
3. Se abrirá la ventana *Distribution Gallery: Cell 2* que se muestra a continuación en la cual se debe seleccionar la opción *Fit*



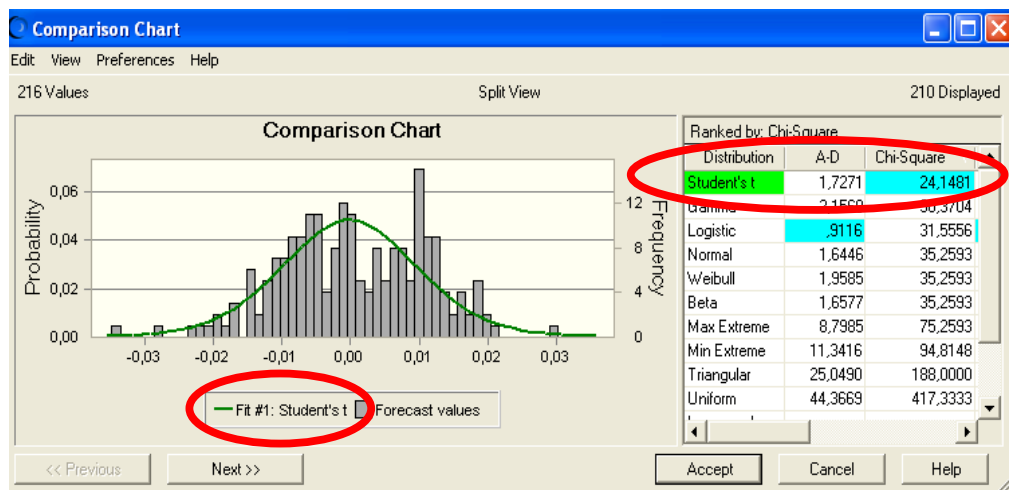
4. En la ventana que se muestra a continuación se debe ingresar el rango de las variaciones de la acción correspondiente, los cuales se calcularon anteriormente y se encuentran en la hoja de variaciones.

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

Adicionalmente se debe habilitar la opción *Chi-Square* en *Ranking Method* – OK; es decir se le debe dar prioridad al método Chi- Cuadrado.

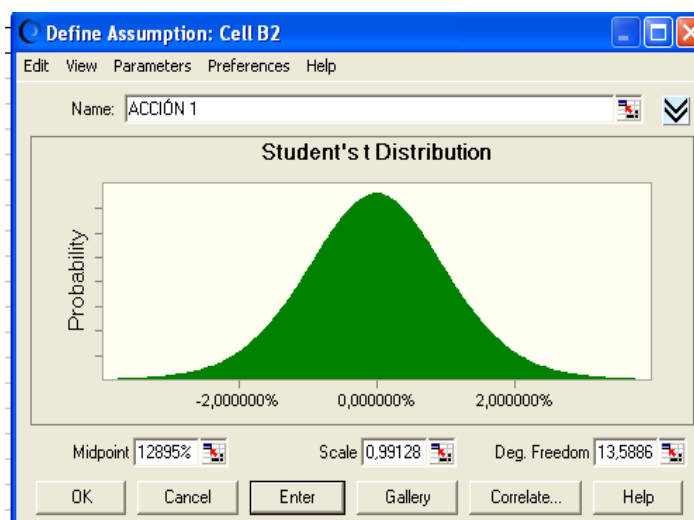


5. El programa irá mostrando varias ventanas en las cuales se presenta el procesamiento de la información y finalmente arrojará los resultados de la distribución de la siguiente manera:



En ésta ventana se observa la función que más se ajusta a los datos en orden ascendente, teniendo en cuenta que se eligió el método Chi-Cuadrado – Accept.

7. En la ventana que se muestra a continuación se ingresa el nombre de la acción a la cual corresponde la distribución – OK.

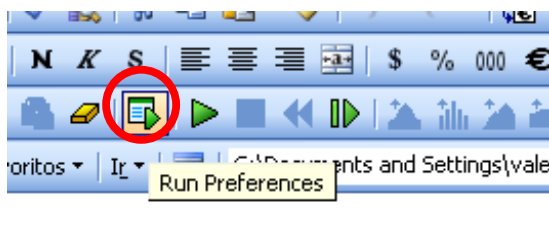


7. Repetir del paso 2 (ubicando correctamente la celda volatilidad correspondiente a cada acción) al 7 para cada una de las acciones estudiadas.

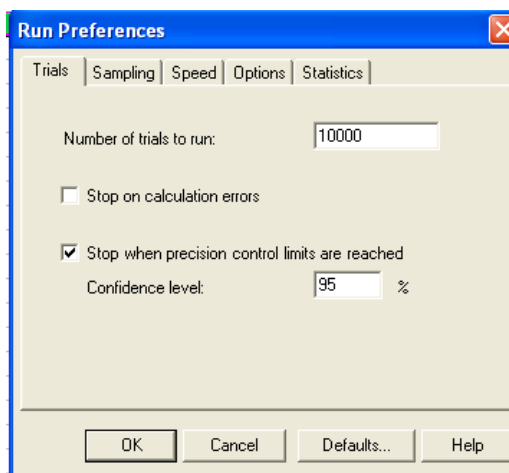
SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN

Consiste en determinar los parámetros de la distribución (Media, desviación estándar y varianza de cada acción).

1. Seleccionar la fila de volatilidad
2. Dar click en el icono *Run Preferences* de la barra de *Cristall Ball*



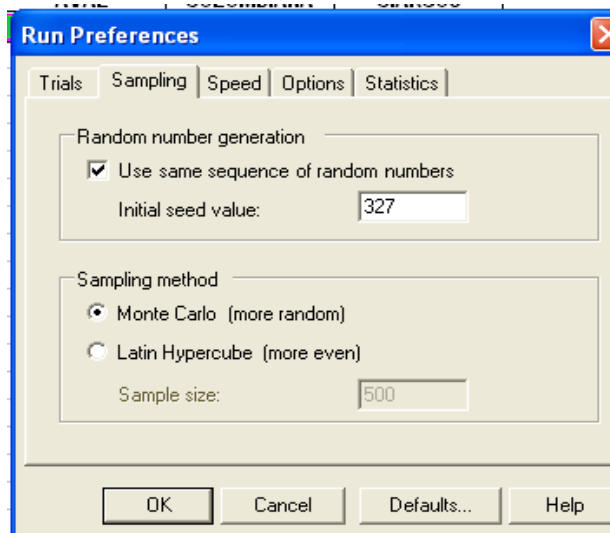
3. En la ventana *Run Preferences* en la pestaña *Trials* que se presenta se sugiere ingresar en *Number of trials to run* el valor de 10.000.



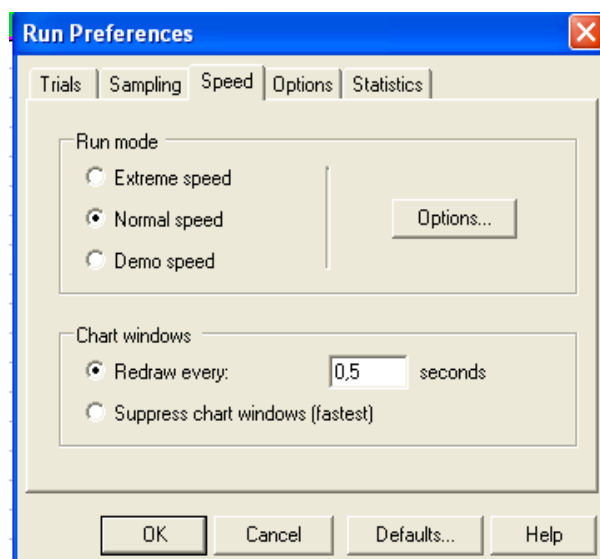
En la pestaña *Sampling* se debe generar un número semilla en la casilla *Inicial seed value*, se sugiere un valor de 327 pero éste puede ser cualquier otro valor.

Habilitar la opción *Monte Carlo*

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

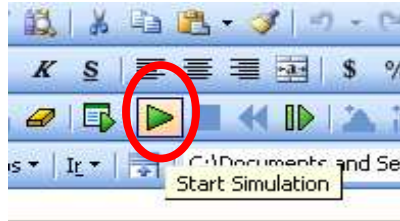


Se sugiere que en la pestaña *Speed* se elija la opción *Normal- OK*.

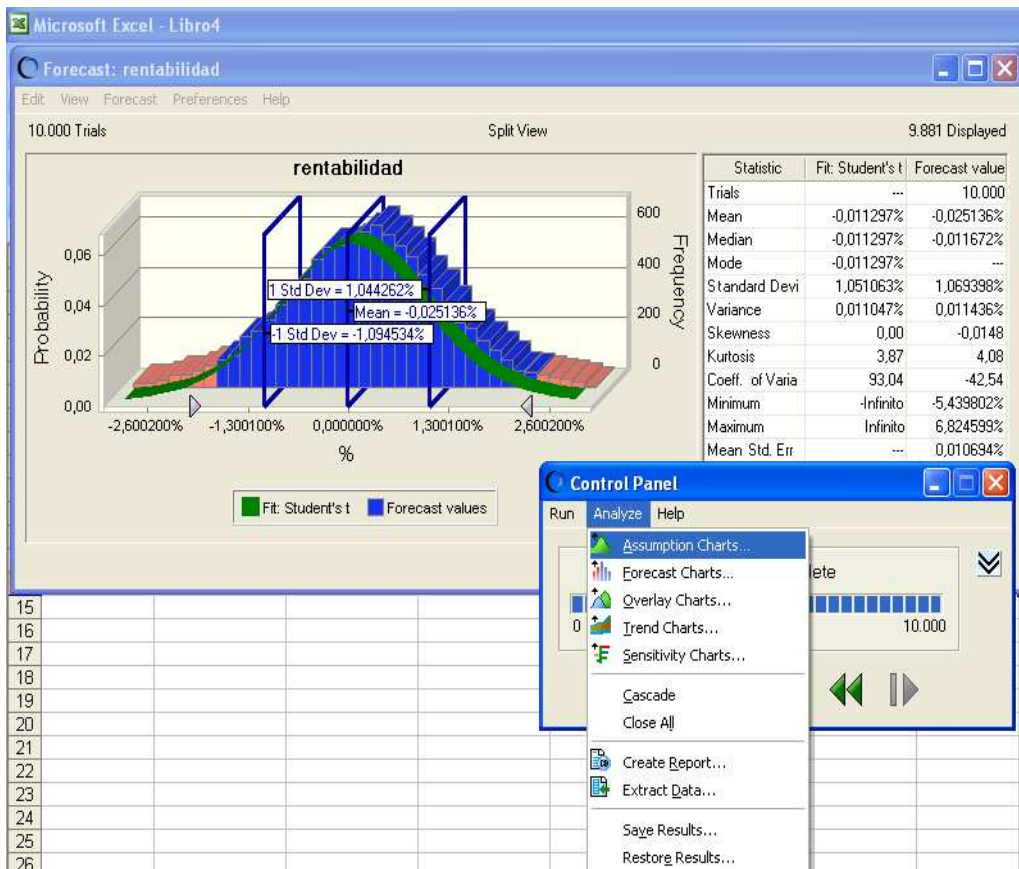


4. Dar click en el ícono *Start Simulation* de la barra de herramientas de Crystall Ball para dar inicio a la simulación.

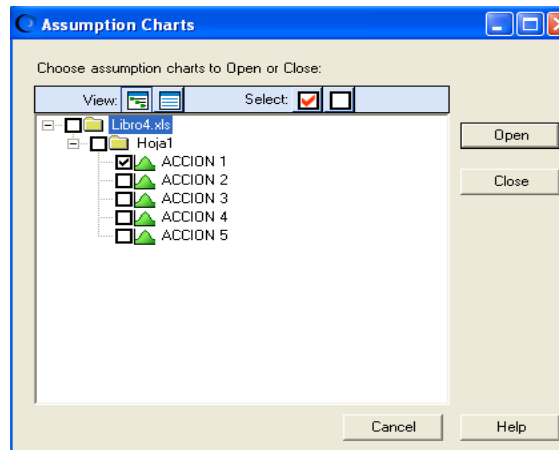
**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**



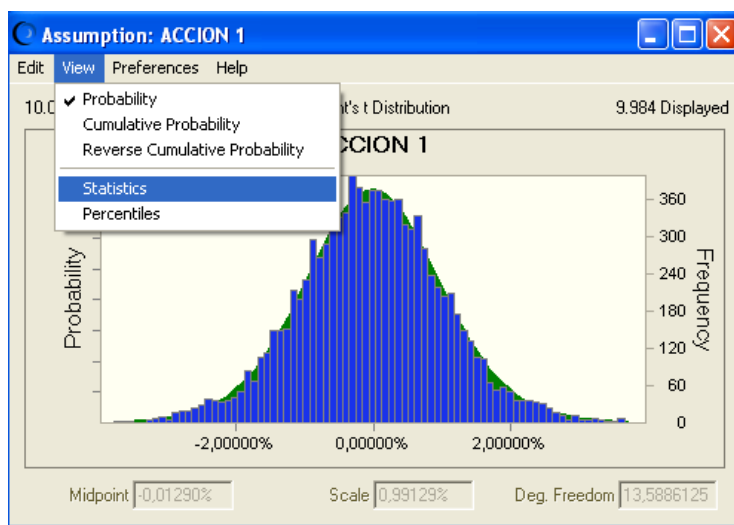
5. Los resultados y el proceso de la simulación se presenta en dos ventanas, *Forecast: rentabilidad* y *Control Panel* respectivamente. De ésta última, en la pestaña *Analyze* seleccionar la opción *Assumption Charts* como se muestra a continuación:



6. En la ventana *Assumption Charts* que se presenta a continuación se debe seleccionar cada una de las acciones el fin de observar los parámetros de éstas (éste proceso se debe hacer individualmente con cada acción) y dar click en *Open*.



7. En la ventana *Assumption: Acción 1* (para éste caso) se debe seleccionar la opción *Statistics* que se encuentra en la pestaña *View* como se muestra a continuación:



8. Los datos de cada acción respecto a la Media (*Mean*), Desviación estándar (*Standard Deviation*) y varianza (*Variance*) que se muestran en la pantalla se deben registrar en el formato Parámetros que se presenta a continuación.

Statistic	Assumption values	Student's t distribution
Trials	10.000	---
Mean	-0,02219%	-0,01290%
Median	-0,02124%	-0,01290%
Mode	---	-0,01290%
Standard Deviation	1,06502%	1,07342%
Variance	0,01134%	0,01152%
Skewness	0,0412	0,00
Kurtosis	3,62	3,63
Coeff. of Variability	-48,00	83,24
Minimum	-4,97011%	-Infinito
Maximum	4,89960%	Infinito
Mean Std. Error	0,01065%	---

Midpoint: -0,01290% Scale: 0,99129% Deg. Freedom: 13,5886125

Formato No.15 Parámetros Acciones

ACCIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN EST.	VARIANZA
ACCIÓN 1	Mean Acción 1	<i>Standard Deviation Acción 1</i>	Variance Acción 1
ACCIÓN 2	Mean Acción 2	<i>Standard Deviation Acción 2</i>	Variance Acción 2
ACCIÓN 3	Mean Acción 3	<i>Standard Deviation Acción 3</i>	Variance Acción 3
ACCIÓN n	Mean Acción n	<i>Standard Deviation Acción n</i>	Variance Acción n

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

9. Para obtener los parámetros de las demás acciones (media, desviación estándar y varianza) se debe volver a la ventana *Control Panel* y realizar el mismo procedimiento del paso 5, seleccionar la acción 2 en la ventana

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

Assumption Charts y continuar con el procedimiento del paso 7 y 8. Realizar el mismo procedimiento para las demás acciones.

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

MATRIZ VARIANZA/COVARIANZA

Para el cálculo de la matriz varianza/covarianza se debe construir el formato No.16 en la hoja de Excel denominada portafolio en la cual se viene trabajando.

En la columna Acción i y Acción j se debe organizar las parejas de acciones realizando una combinación entre las que se seleccionaron para la conformación del portafolio como se muestra a continuación:

Formato No. 16 Matriz Varianza/Covarianza

MATRIZ VARIANZA/COVARIANZA					
ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSION i	% INVERSION j
ACCIÓN 1	ACCIÓN 2				
ACCIÓN 1	ACCIÓN 3				
ACCIÓN 1	ACCIÓN 4				
ACCIÓN 1	ACCIÓN 5				
ACCIÓN 2	ACCIÓN 3				
ACCIÓN 2	ACCIÓN 4				
ACCIÓN 2	ACCIÓN 5				
ACCIÓN 3	ACCIÓN 4				
ACCIÓN 3	ACCIÓN 5				
ACCIÓN 4	ACCIÓN 5				

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

- **Calcular la correlación entre las acciones:**

Se debe calcular la correlación existente entre cada par de acciones que dieron del resultado de la combinación que se hizo anteriormente para construir la matriz varianza/covarianza.

Nota: Para realizar éste procedimiento se debe tener en cuenta la información de las columnas Acción i y Acción j.

1. Para calcular la correlación existente entre cada par de acciones, se debe observar la columna Acción i, según la acción que se muestre, se debe seleccionar la celda de volatilidad correspondiente a esa acción (hoja portafolio).

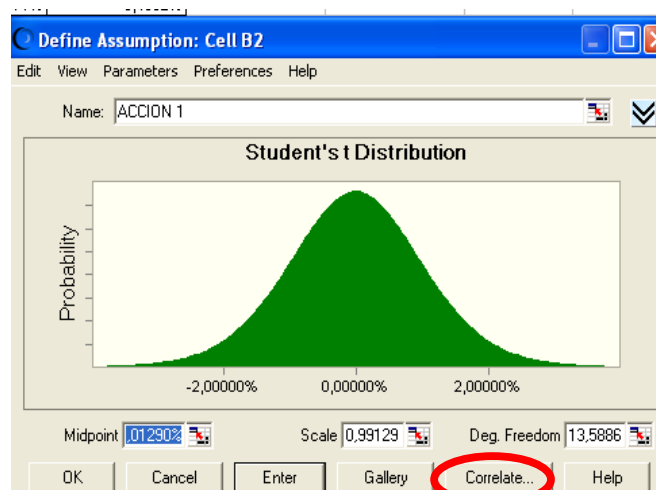
A continuación se explicará el procedimiento para hallar la correlación entre la acción 1 y sus pares correspondientes.

Se debe seleccionar la celda de volatilidad de la acción 1 (según la columna Acción i) y dar click en el ícono *Define Assumption* de la barra de herramientas de Crystal Ball como se muestra en la imagen.

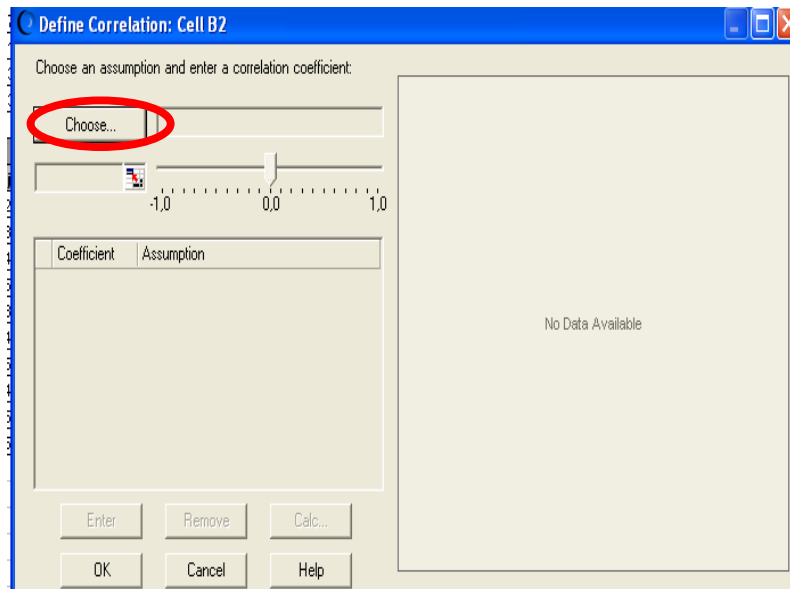
MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

Define Assumption					
	B	C	D	E	F
1	ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	ACCIÓN 5
2	VOLATILIDAD	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%
3					
4	ACCIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN EST.	VARIANZA	
5	ACCIÓN 1	-0,0222%	1,0650%	0,0113%	
6	ACCIÓN 2	0,0736%	7,0371%	0,4952%	
7	ACCIÓN 3	0,1150%	1,1192%	0,0125%	
8	ACCIÓN 4	0,0336%	1,5440%	0,0239%	
9	ACCIÓN 5	0,0326%	1,3257%	0,0176%	
10					
11	MATRIZ VARIANZA COVARIANZA				
12	ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSION i
13	ACCIÓN 1	ACCIÓN 2			
14	ACCIÓN 1	ACCIÓN 3			
15	ACCIÓN 1	ACCIÓN 4			
16	ACCIÓN 1	ACCIÓN 5			
17	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3			
18	ACCIÓN 2	ACCIÓN 4			
19	ACCIÓN 2	ACCIÓN 5			
20	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4			
21	ACCIÓN 3	ACCIÓN 5			
22	ACCIÓN 4	ACCIÓN 5			
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

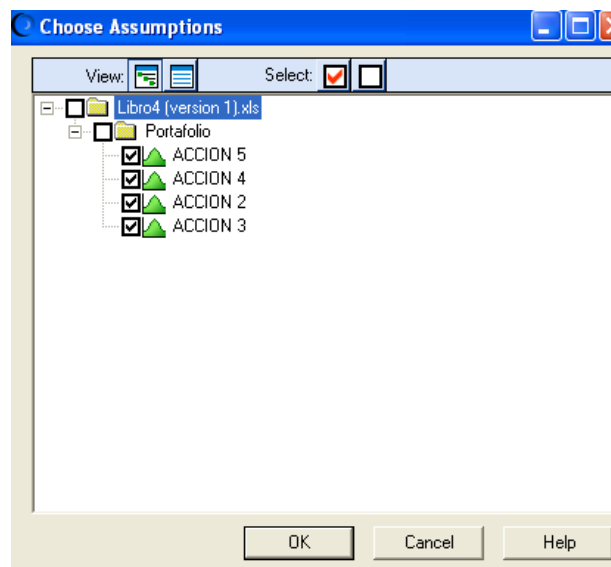
- En la ventana *Define Assumption* que se muestra a continuación seleccionar la opción *Correlate*



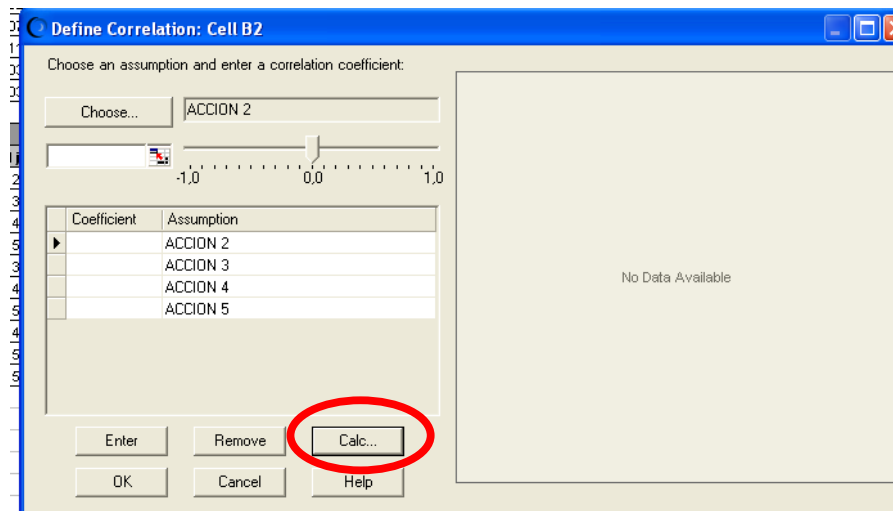
3. Seleccionar *Choose...* en la ventana *Define Correlation*



4. Seleccionar todas las acciones del portafolio – OK

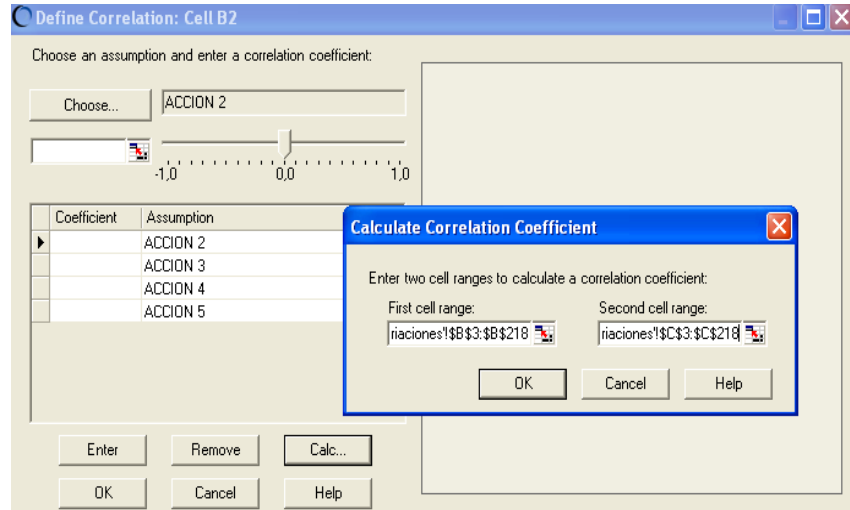


5. En la pantalla aparecerá la siguiente ventana, en la que se debe tener en cuenta que al frente de la opción *Choose...* el programa indica la acción con la cual se debe realizar el cálculo de la correlación. Dar click en *Calc...*

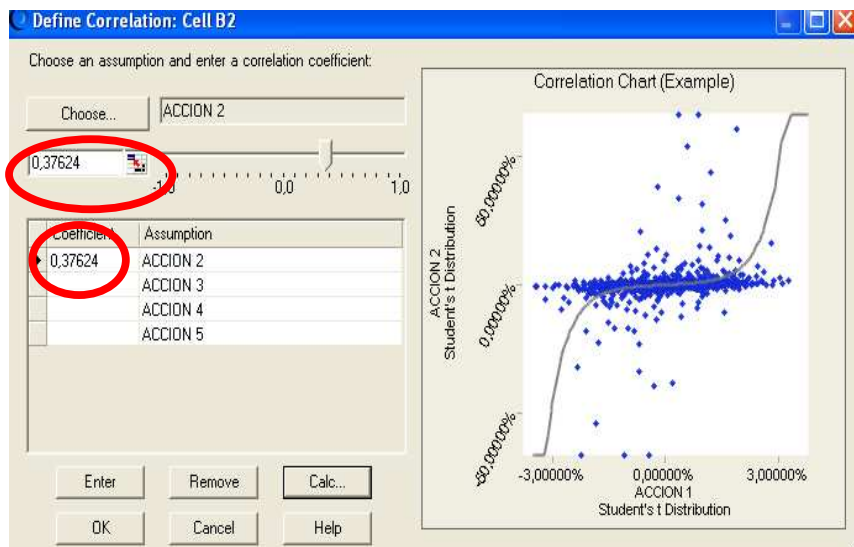


6. En la ventana *Calculate Correlation Coefficient* se debe ingresar los datos de las variaciones del par de acciones. En el campo *First cell range* ingresar los datos de las variaciones de la acción que indica la columna Acción i (Formato No.16), para éste caso, se toman las variaciones de la acción 1 (hoja variaciones); en el campo *Second cell range* ingresar las variaciones de la acción que se muestra al frente de la opción *Choose* como se indicó anteriormente, que para éste caso corresponde a las variaciones de la acción 2 (recordar que éstos datos se extraen de la hoja variaciones). Y dar *OK*.

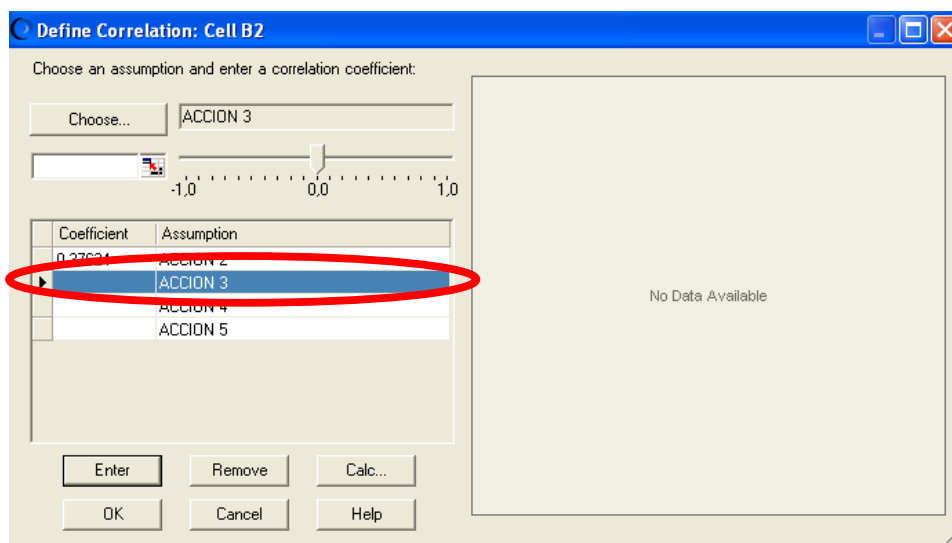
MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO



7. Se abrirá una ventana con la correlación entre el par de acciones como se muestra a continuación. El resultado que se debe ingresar a la matriz del formato No.16 en la columna correlación es el que se muestra en la celda debajo de la opción *Choose* el cual también aparecerá en la columna *Coefficient* al frente de la acción respectiva.



8. Para calcular la correlación con la siguiente acción se debe ubicar el cursor en la fila de la acción correspondiente como se muestra en la imagen:

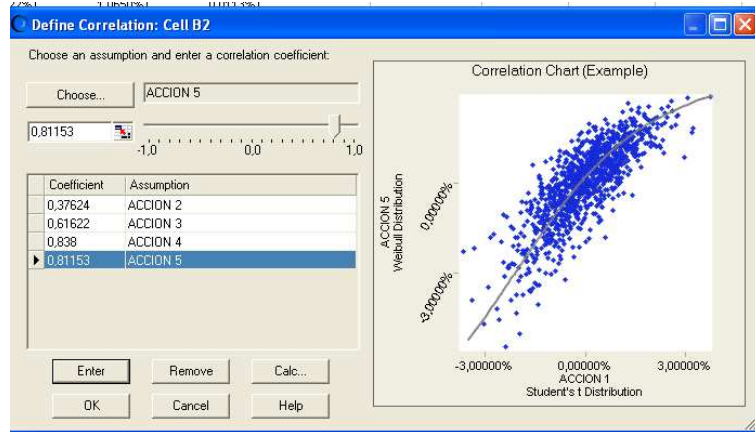


9. Repetir el procedimiento desde el paso 5 hasta el paso 8 para cada una de las acciones, en éste caso se concluiría con la acción 5.

Nota: Los resultados que se muestran en la columna *Coefficient* deben ser registrados en la columna correlación del formato No.16 según corresponda a cada par de acciones.

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO



Microsoft Excel - Libro4 (version 1)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		ACCION 1	ACCION 2	ACCION 3	ACCION 4	ACCION 5					
2	VOLATILIDAD	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%					
3											
4	ACCION	MEAN	DESVIACION EST.	VARIANZA							
5	ACCION 1	-0,0222%	1,0650%	0,0113%							
6	ACCION 2	0,0736%	7,0371%	0,4952%							
7	ACCION 3	0,1150%	1,1192%	0,0125%							
8	ACCION 4	0,0336%	1,5440%	0,0239%							
9	ACCION 5	0,0326%	1,3257%	0,0176%							
10											
11			MATRIZ VARIANZA COVARIANZA								
12	ACCION i	ACCION j	CORRELACION	COVARIANZA	% INVERSION i	% INVERSION j					
13	ACCION 1	ACCION 2	0,37624								
14	ACCION 1	ACCION 3	0,61622								
15	ACCION 1	ACCION 4	0,838								
16	ACCION 1	ACCION 5	0,81153								
17	ACCION 2	ACCION 3									
18	ACCION 2	ACCION 4									
19	ACCION 2	ACCION 5									
20	ACCION 3	ACCION 4									
21	ACCION 3	ACCION 5									
22	ACCION 4	ACCION 5									
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

10. Para continuar con la siguiente acción de la columna Acción i del formato No.16 repetir el procedimiento desde el paso 1 al paso 9 (tener en cuenta que para el paso 1 la celda que se debe seleccionar corresponde a la volatilidad de la acción 2).

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

Continuar de la misma manera hasta tener la columna correlaciones con toda la información correspondiente como se muestra:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	ACCIÓN 5					
2	VOLATILIDAD	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%					
3											
4	ACCIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN EST.	VARIANZA							
5	ACCIÓN 1	-0,0222%	1,0650%	0,0113%							
6	ACCIÓN 2	0,0736%	7,0371%	0,4952%							
7	ACCIÓN 3	0,1150%	1,1192%	0,0125%							
8	ACCIÓN 4	0,0336%	1,5440%	0,0239%							
9	ACCIÓN 5	0,0326%	1,3257%	0,0176%							
10											
11	MATRIZ VARIANZA/COVARIANZA										
12	ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSIÓN i	% INVERSIÓN j					
13	ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	0,37624								
14	ACCIÓN 1	ACCIÓN 3	0,61622								
15	ACCIÓN 1	ACCIÓN 4	0,838								
16	ACCIÓN 1	ACCIÓN 5	0,81153								
17	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	0,26249								
18	ACCIÓN 2	ACCIÓN 4	0,36399								
19	ACCIÓN 2	ACCIÓN 5	0,41574								
20	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	0,62747								
21	ACCIÓN 3	ACCIÓN 5	0,56046								
22	ACCIÓN 4	ACCIÓN 5	0,78933								
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

- **Calcular la covarianza entre las acciones:**

1. **Asignar nombre a un rango:** Para referirse a las celdas por sus nombres en las fórmulas.

El procedimiento es el siguiente: Insertar- Nombre- Definir- Rango: celdas de las variaciones de cada acción- dar nombre de la columna respectiva a cada acción- Aceptar

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

Se debe realizar éste procedimiento para cada acción, es decir definir las celdas de las variaciones de cada una de las acciones con su respectivo nombre.

- **Calcular la covarianza entre las acciones:** Ingresar la fórmula que incluye la función COVAR y la función INDIRECTO. Se calcula en cada una de las celdas de la columna Covarianza y se debe presentar porcentualmente.

Para su cálculo:

$\text{COVAR}(\text{INDIRECTO}(A_i); \text{INDIRECTO}(A_j))$

Donde A_i y A_j corresponde al nombre que se le definió a las celdas referentes a las variaciones de cada acción y arrastrar la fórmula para cada par de acciones.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	ACCIÓN 5					
2	VOLATILIDAD	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%					
3											
4	ACCIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN EST.	VARIANZA							
5	ACCIÓN 1	-0,0222%	1,0650%	0,0113%							
6	ACCIÓN 2	0,0736%	7,8371%	0,4952%							
7	ACCIÓN 3	0,1150%	1,1192%	0,0125%							
8	ACCIÓN 4	0,0336%	1,5440%	0,0239%							
9	ACCIÓN 5	0,0326%	1,3257%	0,0176%							
10											
11			MATRIZ VARIANZA COVARIANZA								
12	ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSIÓN i	% INVERSIÓN j					
13	ACCIÓN1	ACCIÓN2	0,37624	0,003970%							
14	ACCIÓN1	ACCIÓN3	0,61622	0,009074%							
15	ACCIÓN1	ACCIÓN4	0,838	0,015572%							
16	ACCIÓN1	ACCIÓN5	0,81153	0,014467%							
17	ACCIÓN2	ACCIÓN3	0,26249	0,002947%							
18	ACCIÓN2	ACCIÓN4	0,36399	0,007589%							
19	ACCIÓN2	ACCIÓN5	0,41574	0,004978%							
20	ACCIÓN3	ACCIÓN4	0,62747	0,010423%							
21	ACCIÓN3	ACCIÓN5	0,56046	0,009224%							
22	ACCIÓN4	ACCIÓN5	0,78833	0,015473%							
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

- **Porcentaje de inversión i y porcentaje de inversión j:** (Antes de ingresar los datos en éstas columnas se debe construir el formato siguiente No.17 correspondiente a la ponderación de la inversión)

En las columnas % inversión i y % inversión j (formato No.16) realizar el siguiente procedimiento: se debe copiar el porcentaje de inversión de cada acción que se muestra en el siguiente formato según corresponda.

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN

- **Acción i:** En las celdas de ésta columna se deben ubicar los nombres de las acciones.

Formato No. 17 Ponderación de la Inversión

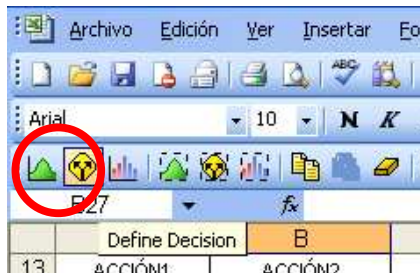
ACCIÓN i	% INVERSIÓN	VARIANZA	RIESGO	% INVERSIÓN ^2
ACCIÓN 1				
ACCIÓN 2				
ACCIÓN 3				
ACCIÓN 4				
ACCIÓN 5				
TOTAL				

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

- **Calcular el porcentaje de inversión:** La primera celda de la columna % de inversión corresponde a el valor que se debe invertir en la acción 1, en la segunda celda va el resultado del porcentaje de inversión en la acción 2 y así sucesivamente.

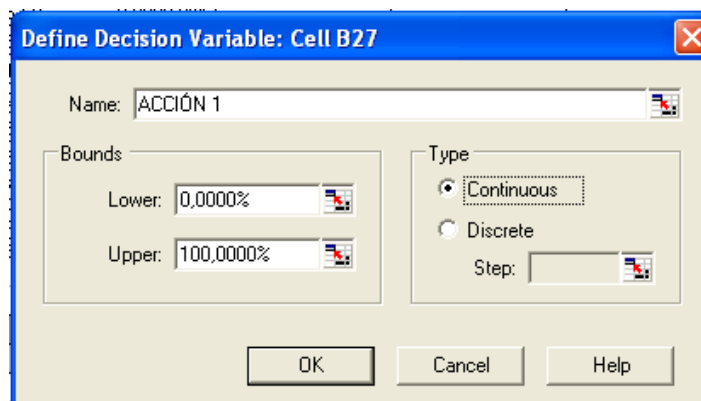
El procedimiento es el siguiente:

1. Seleccionar la columna % de inversión.
2. Dar click en el ícono *Define Decisión* de la barra de herramientas de Crystal Ball.



3. Ingresar en el campo *Lower* el valor de 0 y en el campo *Upper* el valor de 1 (dichos valores son cambiados por el programa en formato porcentaje).
OK

Repetir éste paso con cada una de las acciones.



4. Calcular la sumatoria de ésta columna: SUMA(% inversión)

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

5. Seleccionar en el formato No.16 la primera celda de la columna %de inversión i.
6. Dar igual(=), seleccionar la celda de la columna % de inversión del formato No. 17, teniendo en cuenta a que acción se está haciendo referencia, como se muestra:

The screenshot shows the following data in the spreadsheet:

MATRIZ VARIANZA COVARIANZA					
ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSIÓN i	% INVERSIÓN j
ACCIÓN1	ACCIÓN2	0,37624	0,003970%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN1	ACCIÓN3	0,81622	0,009074%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN1	ACCIÓN4	0,838	0,015572%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN1	ACCIÓN5	0,81153	0,014467%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN2	ACCIÓN3	0,26249	0,002947%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN2	ACCIÓN4	0,36399	0,007589%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN2	ACCIÓN5	0,41574	0,004978%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN3	ACCIÓN4	0,62747	0,010423%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN3	ACCIÓN5	0,56046	0,009224%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN4	ACCIÓN5	0,78933	0,015473%	0,000000%	0,000000%

PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN				
	% INVERSIÓN	VARIANZA	RIESGO	% INVERSIÓN ^2
ACCIÓN 1	0,0000%			
ACCIÓN 2	0,0000%			
ACCIÓN 3	0,0000%			
ACCIÓN 4	0,0000%			
ACCIÓN 5	0,0000%			
TOTAL				

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

7. Realizar el procedimiento anterior para ingresar los datos de las columnas % de inversión i y % de inversión j del Formato No.16

- **Varianza:** En ésta columna copiar los datos que se obtuvieron en el formato No.17 en la columna varianza.

	A	B	C	D	E	F	G
1		ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	ACCIÓN 5	
2	VOLATILIDAD	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%	0,00000%	
3							
4	ACCIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN EST.	VARIANZA			
5	ACCIÓN 1	-0,0222%	1,0650%	0,0113%			
6	ACCIÓN 2	0,0738%	7,0377%	0,4952%			
7	ACCIÓN 3	0,1150%	1,1192%	0,0125%			
8	ACCIÓN 4	0,0336%	1,5440%	0,0239%			
9	ACCIÓN 5	0,0326%	1,3257%	0,0176%			
10							
11	MATRIZ VARIANZA COVARIANZA						
12	ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSIÓN i	% INVERSIÓN j	
13	ACCIÓN1	ACCIÓN2	0,37624	0,003970%	0,000000%	0,000000%	
14	ACCIÓN1	ACCIÓN3	0,61622	0,009074%	0,000000%	0,000000%	
15	ACCIÓN1	ACCIÓN4	0,838	0,015572%	0,000000%	0,000000%	
16	ACCIÓN1	ACCIÓN5	0,81153	0,014467%	0,000000%	0,000000%	
17	ACCIÓN2	ACCIÓN3	0,26249	0,002947%	0,000000%	0,000000%	
18	ACCIÓN2	ACCIÓN4	0,36399	0,007589%	0,000000%	0,000000%	
19	ACCIÓN2	ACCIÓN5	0,41574	0,004978%	0,000000%	0,000000%	
20	ACCIÓN3	ACCIÓN4	0,62747	0,010423%	0,000000%	0,000000%	
21	ACCIÓN3	ACCIÓN5	0,56046	0,009224%	0,000000%	0,000000%	
22	ACCIÓN4	ACCIÓN5	0,73933	0,015473%	0,000000%	0,000000%	
23							
24							
25	PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN						
26		% INVERSIÓN	VARIANZA	RIESGO	% INVERSIÓN ^2		
27	ACCIÓN 1	0,0000%	0,0113%				
28	ACCIÓN 2	0,0000%	0,4952%				
29	ACCIÓN 3	0,0000%	0,0125%				
30	ACCIÓN 4	0,0000%	0,0239%				
31	ACCIÓN 5	0,0000%	0,0176%				
32	TOTAL						
33							

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

- **Riesgo:** En las celdas correspondiente a la columna Riesgo se debe ingresar la fórmula con la función RAIZ .

=RAIZ(varianza acción i) y arrastrar la fórmula para hallar el riesgo de cada acción.

- **Porcentaje de Inversión al cuadrado:** en la columna (% de inversión) se debe tener en cuenta la información de columna de % de inversión del mismo formato, cada valor se eleva al cuadrado y se ubica en la celda correspondiente como sigue:

=(%inversión)^2 y arrastrar la fórmula.

OPTIMIZACIÓN DEL PORTAFOLIO

En el siguiente formato:

Rentabilidad: En la celda de rentabilidad se debe multiplicar cada valor de la columna % Inversión (Formato No.17) por el valor de la volatilidad de la acción respectiva (formato No.14)

Varianza: en la celda Varianza ingresar la función SUMAPRODUCTO teniendo en cuenta las columnas de % de inversión² y varianza del formato No.17 y las columnas %inver i, %inver j y covarianza del formato No.16.

=SUMAPRODUCTO(%Inversión^2;varianza)+2*SUMAPRODUCTO(%inversión i; %inversión j; covarianza)

Riesgo: En la celda correspondiente al Riesgo se debe ingresar la fórmula con la función RAIZ teniendo en cuenta la celda varianza (Formato No.18)

Formato No.18 Portafolio Monte Carlo

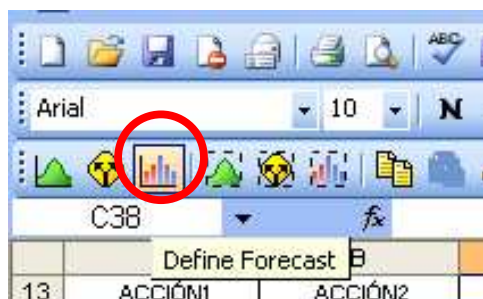
PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	=% inversión A1*volatilidad A1+.....+% inversión An*volatilidad An
VARIANZA	=SUMAPRODUCTO(%Inversión^2;varianza)+2*SUMAPRODUCTO(%inversión n ;%inversión j; covarianza)
RIESGO	=RAIZ(varianza)

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

- **Maximizar Rentabilidad**

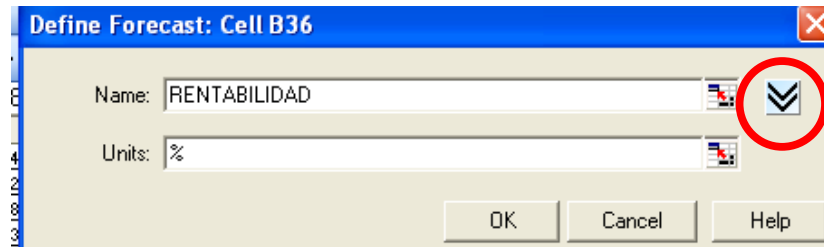
En la hoja portafolio ubicarse en la celda correspondiente a la rentabilidad del formato No.18

1. Seleccionar el ícono *Define Forecast* como se muestra en la imagen:

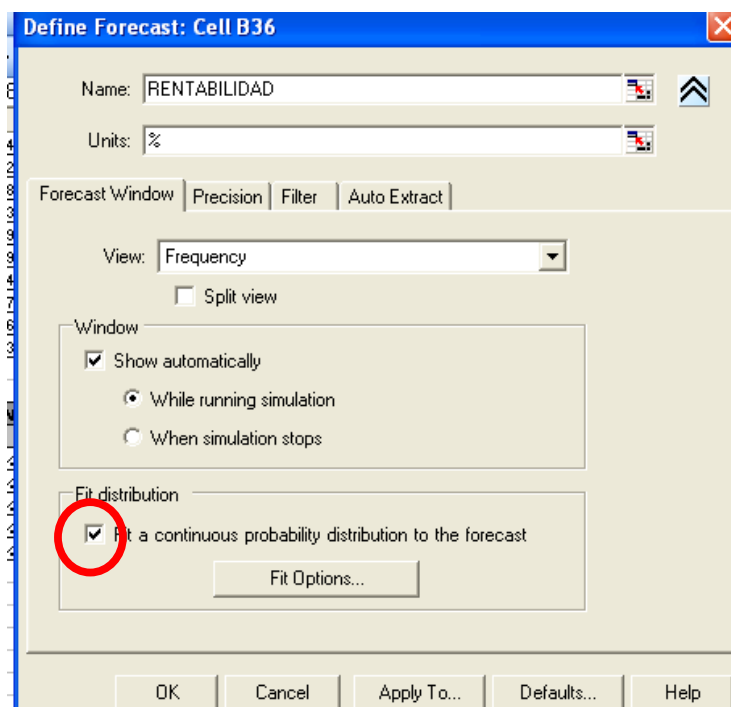


2. En la ventana *Define Forecast* que se muestra a continuación, en el campo *Units* se debe ingresar porcentaje (%) y presionar el ícono *More*.

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO

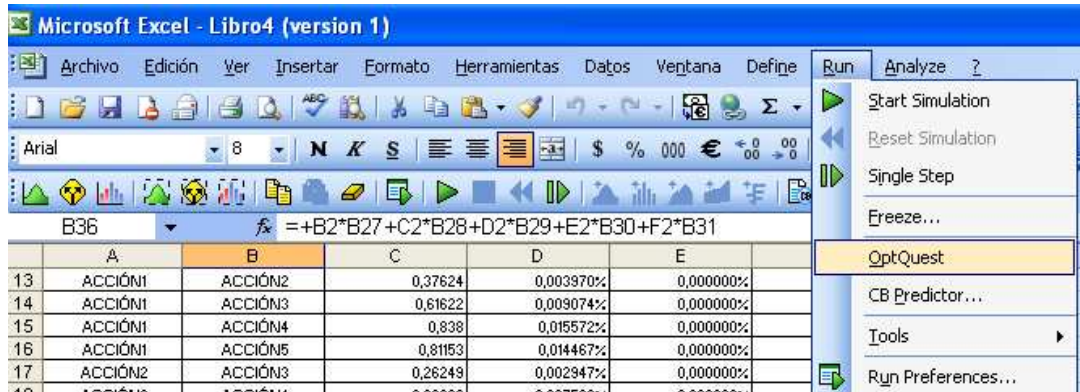


3. En la ventana que se abre, habilitar la opción *Fit a continuous probability distribution to the forecast* y dar *OK*

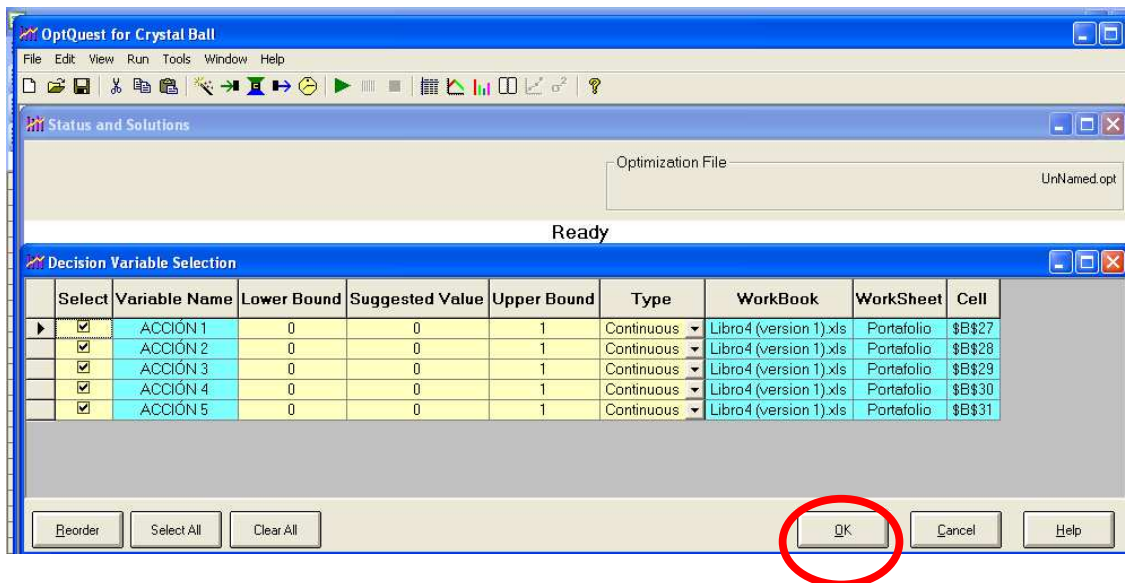


4. En el menú de la barra de Excel seleccionar *Run* y abrir la opción *OptQuest – New - OK*

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**



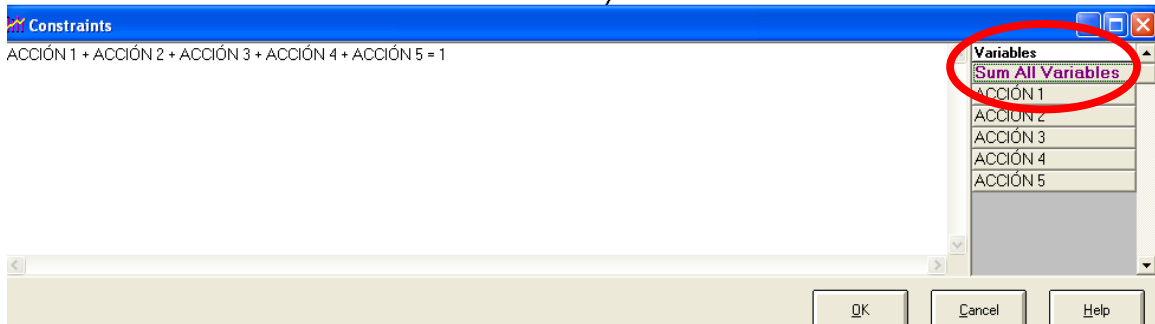
5. En la ventana *Decisión Variable selection* oprimir OK



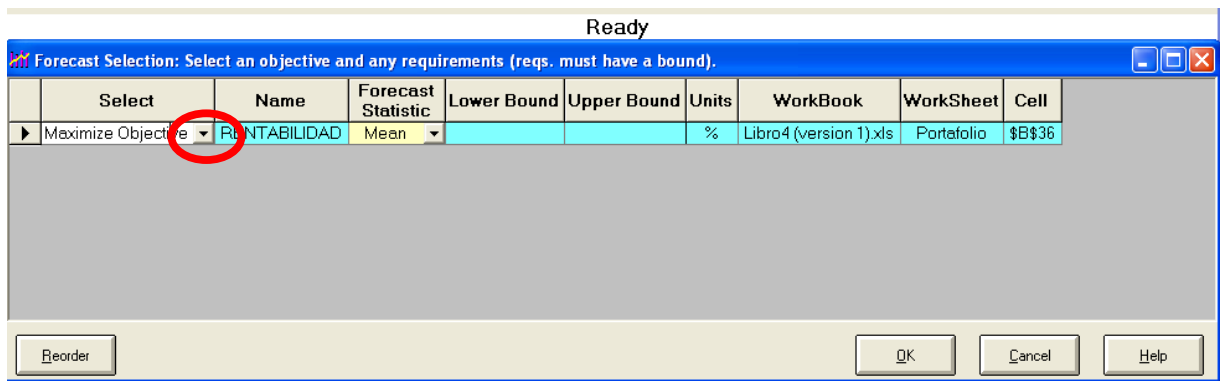
6. Se debe ingresar la restricción en la cual la suma de todos los porcentajes de inversión sean igual al 100% de la inversión.

En la ventana *Cosntrains* seleccionar la opción *Sum all variables* y dar igual uno (1) – OK

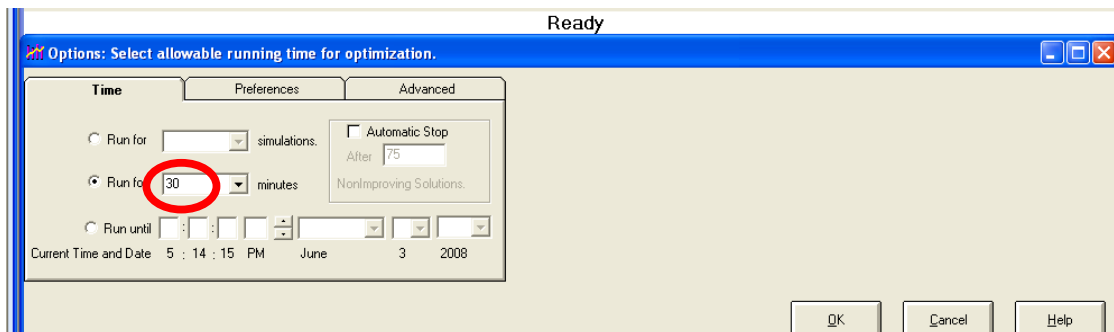
MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO



7. En la ventana *Forecast Selection* en la opción *Select* elegir *Maximize Objective*- OK



8. Determinar el tiempo durante el cual se desea que corra el programa para calcular la optimización - OK

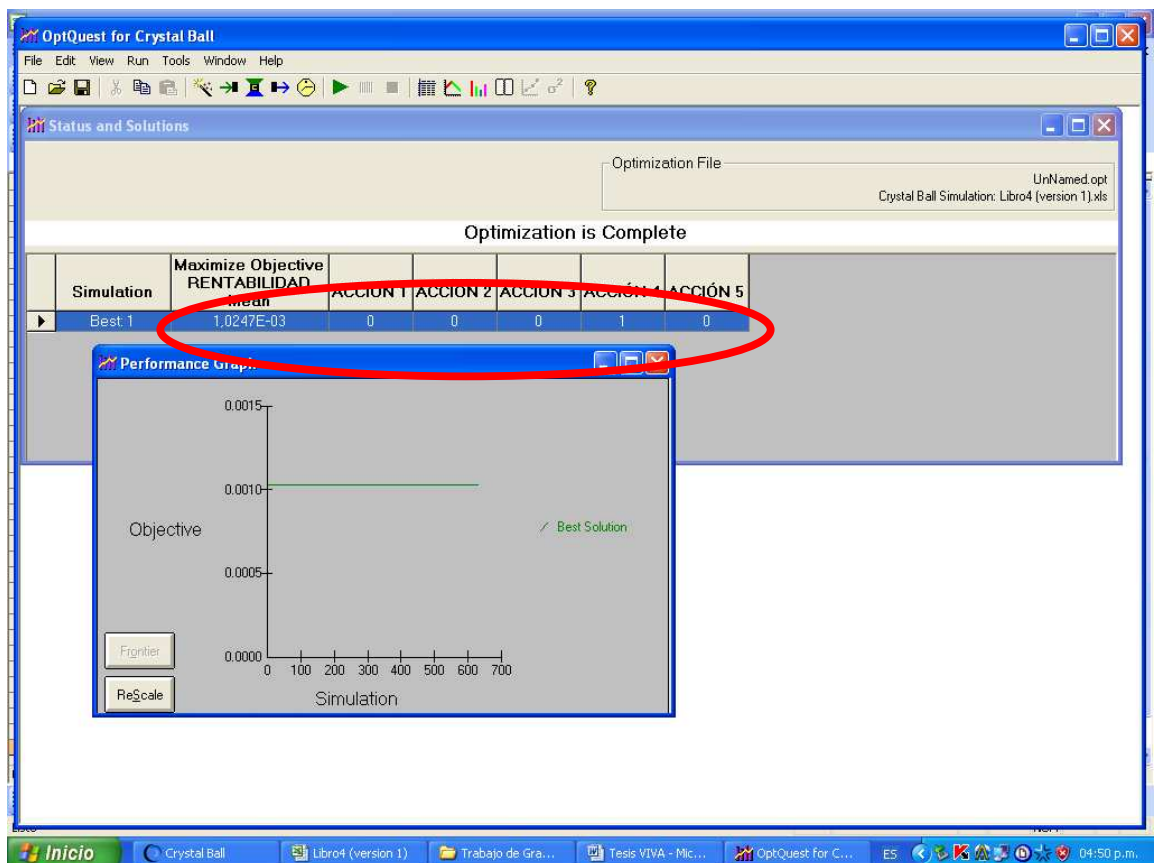


MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

Esperar a que el programa realice éste proceso durante el tiempo establecido. El programa irá mostrando los posibles resultados en una serie de formatos que varían con el tiempo.

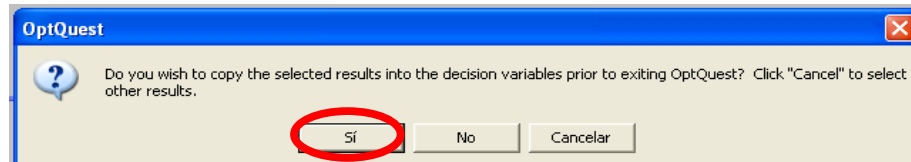
9. En la pantalla se presentan dos resultados después de realizar la simulación: El valor máximo de rentabilidad y los porcentajes de inversión en las diferentes acciones.

Nota: Los porcentajes de inversión para cada acción se presentan debajo del nombre de cada una, dicho valor varía entre 0 y 1, en donde 1 corresponde al 100% de la inversión.



MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

10. Se requiere salir del OptQuest, al dar la opción cerrar aparecerá una ventana que presenta la opción de copiar los resultados en el archivo de Excel en el cual se está trabajando, elegir la opción Si.



Al elegir la opción *Si*, los resultados se cargarán de la siguiente manera en la hoja de Excel. Se mostrarán la conformación, la varianza y el riesgo del portafolio.

ACCIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN EST.	VARIANZA											
ACCIÓN 1	-0.0222%	1.0650%	0.0113%											
ACCIÓN 2	0.0738%	7.0371%	0.4952%											
ACCIÓN 3	0.1150%	1.1182%	0.0125%											
ACCIÓN 4	0.0338%	1.5440%	0.0239%											
ACCIÓN 5	0.0328%	1.3257%	0.0178%											
MATRIZ VARIANZA/COVARIANZA														
ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSION i	% INVERSION j									
ACCIÓN1	ACCIÓN2	0.37624	0.003970%	0.000000%	0.000000%									
ACCIÓN1	ACCIÓN3	0.61622	0.009074%	0.000000%	0.000000%									
ACCIÓN1	ACCIÓN4	0.838	0.015572%	0.000000%	100.000000%									
ACCIÓN1	ACCIÓN5	0.81153	0.014467%	0.000000%	0.000000%									
ACCIÓN2	ACCIÓN3	0.26249	0.002347%	0.000000%	0.000000%									
ACCIÓN2	ACCIÓN4	0.36399	0.007589%	0.000000%	100.000000%									
ACCIÓN2	ACCIÓN5	0.41574	0.004978%	0.000000%	0.000000%									
ACCIÓN3	ACCIÓN4	0.62747	0.010423%	0.000000%	100.000000%									
ACCIÓN3	ACCIÓN5	0.56046	0.009224%	0.000000%	0.000000%									
ACCIÓN4	ACCIÓN5	0.79933	0.015473%	100.000000%	0.000000%									
PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN														
	% INVERSIÓN	VARIANZA	RIESGO	% INVERSIÓN *2										
ACCIÓN 1	0.0000%	0.0113%	1.063015%	0.000000%										
ACCIÓN 2	0.0000%	0.4952%	7.037045%	0.000000%										
ACCIÓN 3	0.0000%	0.0125%	1.118034%	0.000000%										
ACCIÓN 4	100.0000%	0.0239%	1.545962%	100.000000%										
ACCIÓN 5	0.0000%	0.0178%	1.326650%	0.000000%										
TOTAL	100.0000%													
PORTAFOLIO														
RENTABILIDAD	0.000000%													
VARIANZA	0.023900%													
RIESGO	1.545962%													

Se debe copiar el valor del riesgo ya que se va a emplear en cálculos posteriores.

11. En el formato No.17 Ponderación de la inversión, ingresar valores de cero para todas las acciones en la columna % de inversión.

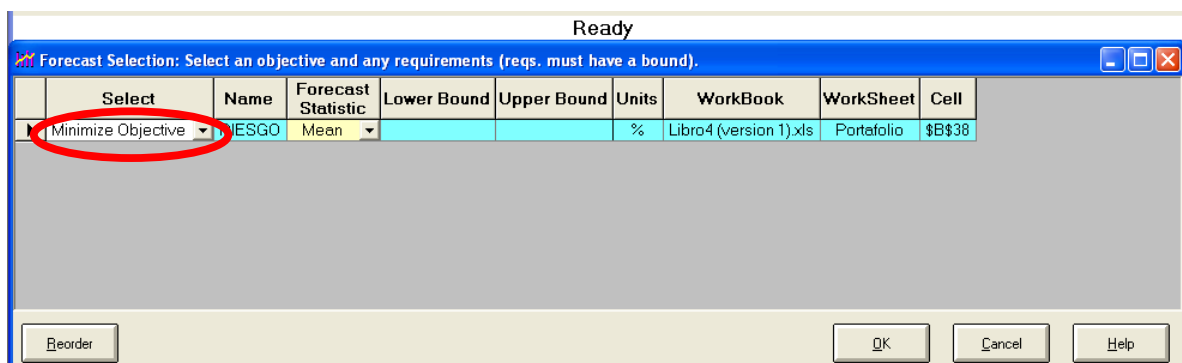
[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

- **Minimizar riesgo**

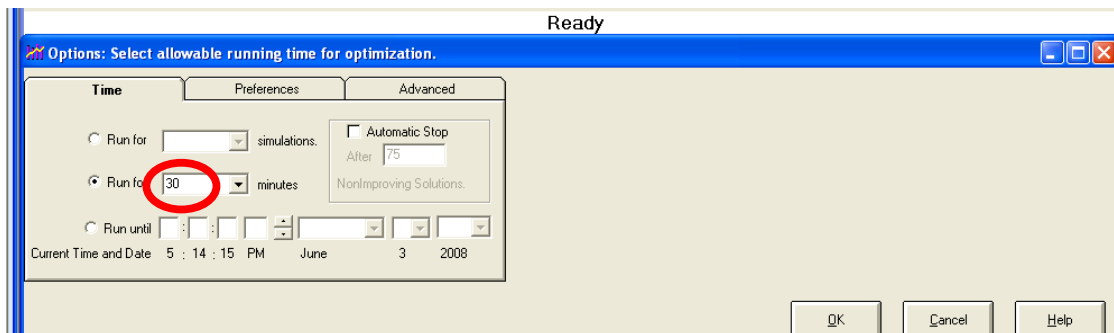
En la hoja portafolio ubicarse en la celda correspondiente al riesgo del formato No.18 Portafolio.

Repetir el procedimiento desarrollado para maximizar la rentabilidad del paso 1 al paso 6.

7. En la ventana *Forecast Selection* en la opción *Select* elegir *Minimize Objective*- OK



- Determinar el tiempo durante el cual se desea que corra el programa para calcular la optimización - OK

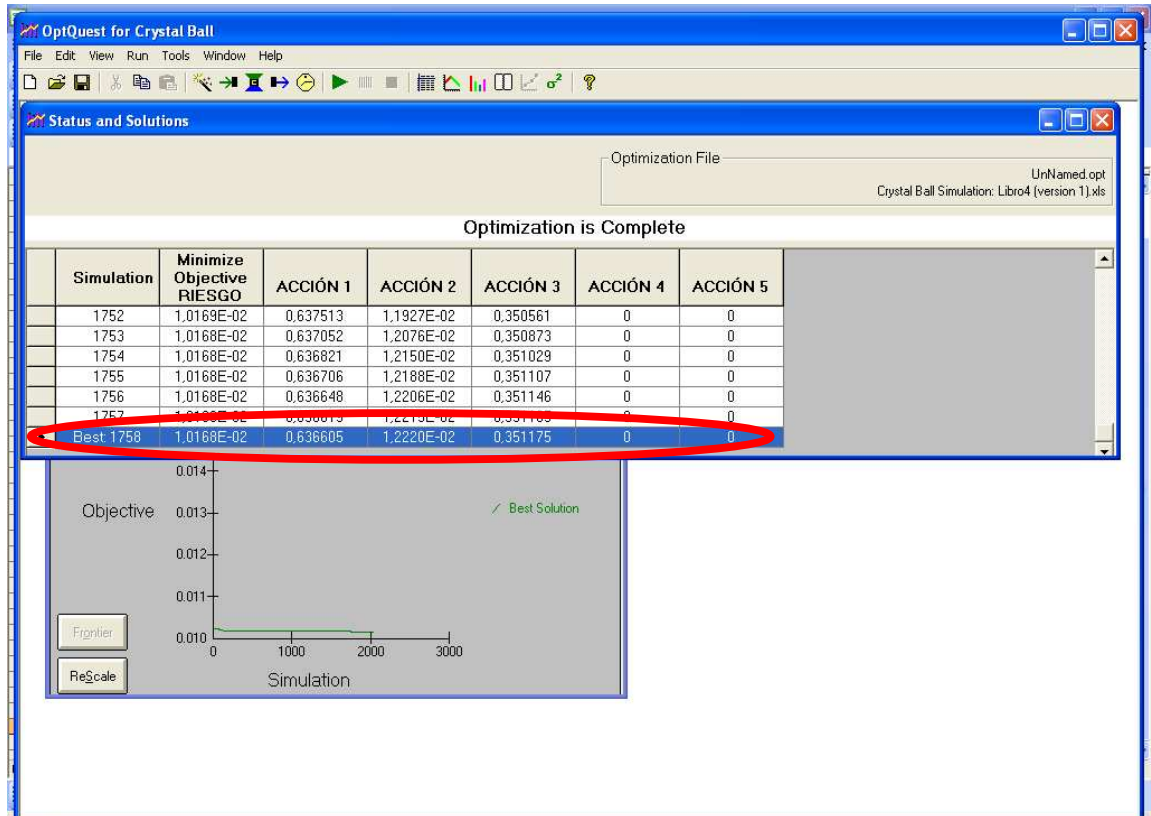


Esperar a que el programa realice éste proceso durante el tiempo establecido. El programa irá mostrando los posibles resultados en una serie de formatos que varían con el tiempo.

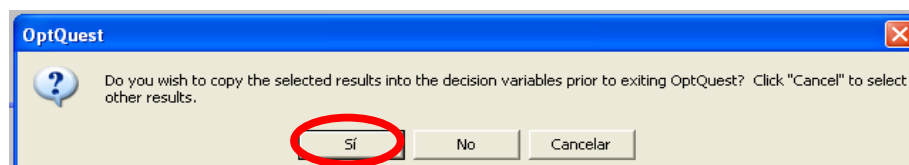
- En la pantalla se presentan dos resultados después de realizar la simulación: El valor mínimo de riesgo y los porcentajes de inversión en las diferentes acciones.

Nota: Los porcentajes de inversión para cada acción se presentan debajo del nombre de cada una, dicho valor varía entre 0 y 1, en donde 1 corresponde al 100% de la inversión.

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO



12. Se requiere salir del OptQuest, al dar la opción cerrar aparecerá una ventana que presenta la opción de copiar los resultados en el archivo de Excel en el cual se está trabajando, elegir la opción Si.



Al elegir la opción *Si*, los resultados se cargarán de la siguiente manera en la hoja de Excel. Se mostrarán la conformación, la varianza y el riesgo del portafolio.

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

ACCIÓN	MEDIA	DESVIACIÓN EST.	VARIANZA
ACCIÓN 1	-0,0222%	1,0650%	0,013%
ACCIÓN 2	0,0736%	7,0371%	0,4952%
ACCIÓN 3	0,1650%	1,1192%	0,0125%
ACCIÓN 4	0,0336%	1,5440%	0,0239%
ACCIÓN 5	0,0326%	1,3257%	0,0176%

ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSIÓN i	% INVERSIÓN j
ACCIÓN1	ACCIÓN2	0,37524	0,003970%	63,680500%	1,222000%
ACCIÓN1	ACCIÓN3	0,61622	0,009074%	63,680500%	35,117500%
ACCIÓN1	ACCIÓN4	0,839	0,016572%	63,680500%	0,000000%
ACCIÓN1	ACCIÓN5	0,81163	0,014467%	63,680500%	0,000000%
ACCIÓN2	ACCIÓN3	0,26249	0,002947%	1,222000%	35,117500%
ACCIÓN2	ACCIÓN4	0,36399	0,007589%	1,222000%	0,000000%
ACCIÓN2	ACCIÓN5	0,41574	0,004978%	1,222000%	0,000000%
ACCIÓN3	ACCIÓN4	0,82747	0,010423%	35,117500%	0,000000%
ACCIÓN3	ACCIÓN5	0,56046	0,009324%	35,117500%	0,000000%
ACCIÓN4	ACCIÓN5	0,78833	0,015473%	0,000000%	0,000000%

PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN				
	% INVERSIÓN	VARIANZA	RIESGO	% INVERSIÓN ^2
ACCIÓN1	63,6805%	0,013%	1,063015%	40,526593%
ACCIÓN 2	1,2220%	0,4952%	7,037045%	0,014933%
ACCIÓN 3	35,1175%	0,0125%	1,18034%	12,332388%
ACCIÓN 4	0,0000%	0,0239%	1,545962%	0,000000%
ACCIÓN 5	0,0000%	0,0176%	1,326650%	0,000000%
TOTAL	100,0000%			

PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	0,000000%
VARIANZA	0,010333%
RIESGO	1,016814%

Se debe copiar el valor del riesgo ya que se va a emplear en cálculos posteriores.

[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

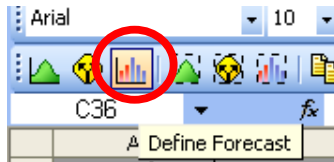
FRONTERA EFICIENTE

Para construir la frontera eficiente, en la cual se muestra el punto óptimo de máxima rentabilidad y mínimo riesgo, se debe realizar el siguiente procedimiento:

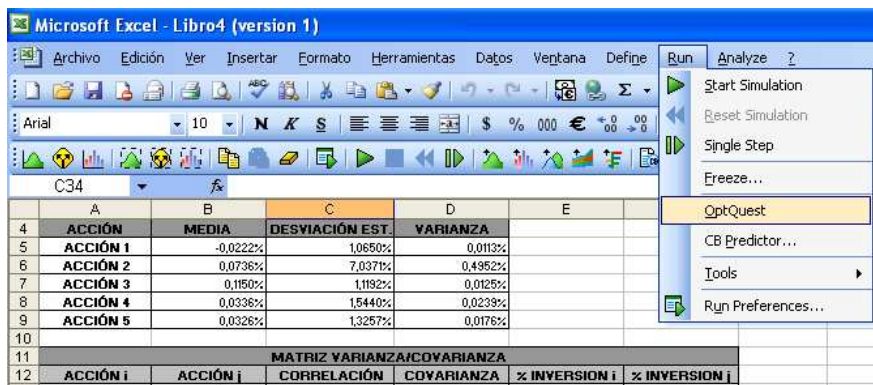
1. En el formato No.17 Ponderación de la inversión, ingresar valores de cero para todas las acciones en la columna % de inversión.

Nota: Tener en cuenta que las celdas de rentabilidad y riesgo deben estar definidas (Empleando la opción *Define Forecast*.)

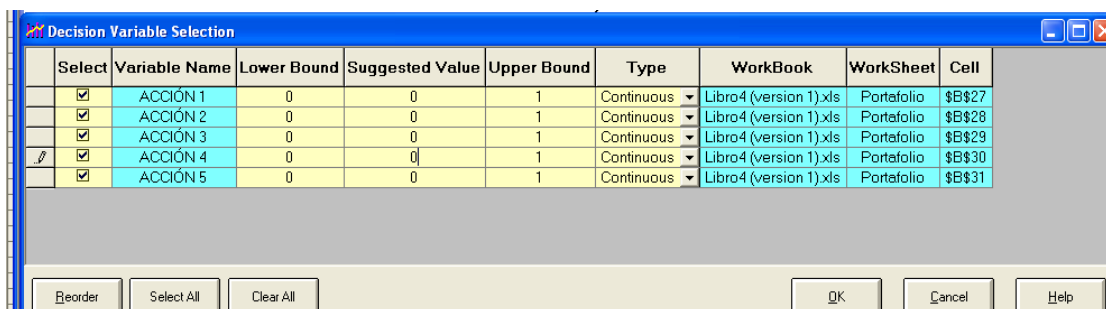
**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**



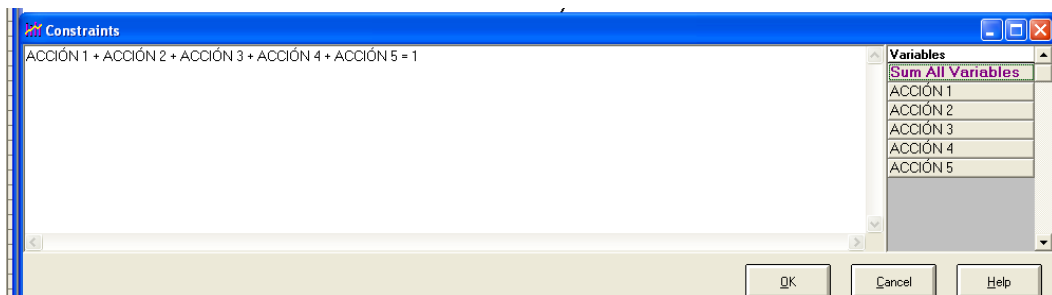
2. En el menú de la barra de Excel seleccionar *Run* y abrir la opción *OptQuest – New - OK*



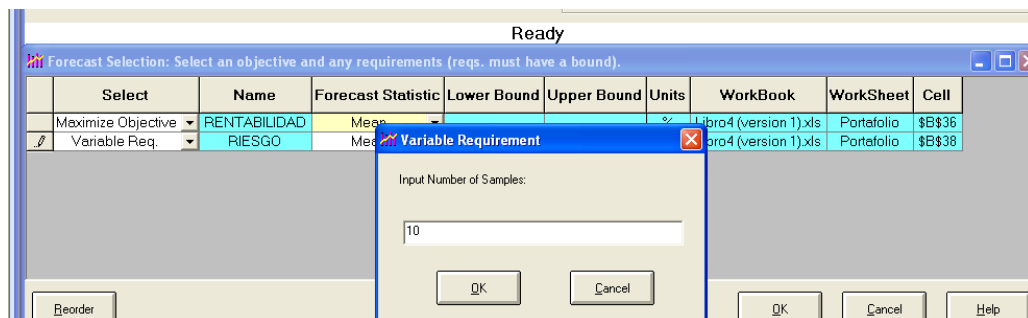
3. En la ventana *Decisión Variable Selection* en las columnas *Lower Bound* y *Suggested Value* todas las acciones deben tener valores de cero (0). En la columna *Upper Bound* deben tener valores de uno (1) como se muestra.



4. La restricción a ingresar en el modelo es que la suma de todas las variables debe ser igual a uno (1), queriendo con esto decir que los porcentajes de inversión deben sumar el 100%. - OK

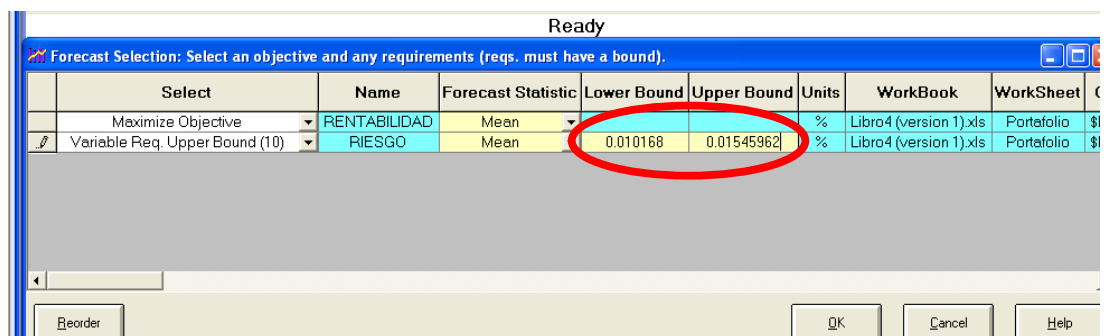


5. El programa abre una ventana en la cual se debe elegir en la columna *Select* la opción *Maximize Objective* para la variable rentabilidad y *Variable Request Upper Bound* para la variable riesgo, para la cual se debe ingresar el número de puntos de la frontera eficiente que se desean hallar en la ventana *Variable Requirement*.

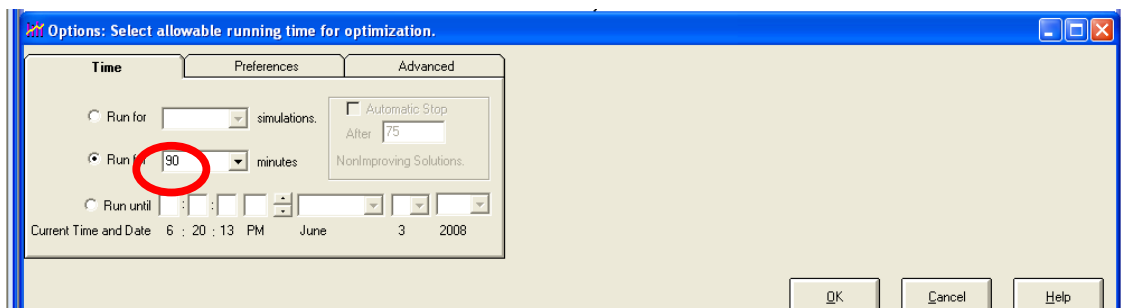


6. El programa muestra una pantalla en la cual se deben ingresar los valores del riesgo obtenidos al maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo en las columnas *Lower Bound* y *Upper Bound* en la fila de la variable riesgo, con el fin de que la simulación genere un resultado entre este rango - OK

Nota: En *Lower Bound* ingresar el valor del riesgo obtenido en el procedimiento de minimizar el riesgo y en *Upper Bound* ingresar el valor de riesgo obtenido en el procedimiento de maximizar la rentabilidad.



- Determinar el tiempo durante el cual se desea que corra el programa para calcular la optimización - OK



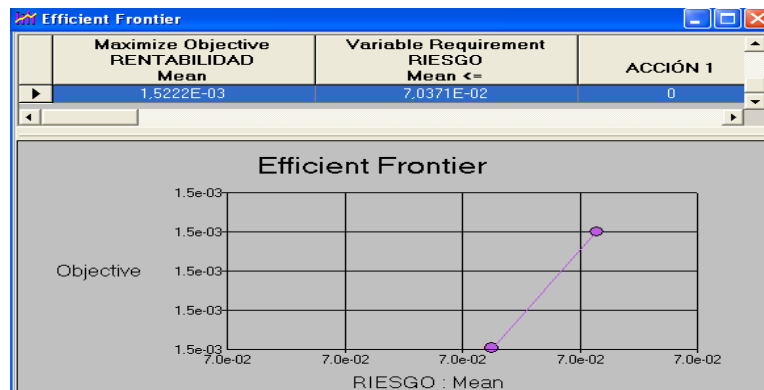
Esperar a que el programa realice éste proceso durante el tiempo establecido. El programa irá mostrando los posibles resultados en una serie de formatos que varían con el tiempo.

- En la pantalla se presentan dos resultados después de realizar la simulación: El valor máximo de rentabilidad y el mínimo riesgo y los porcentajes de inversión en las diferentes acciones y la frontera eficiente.

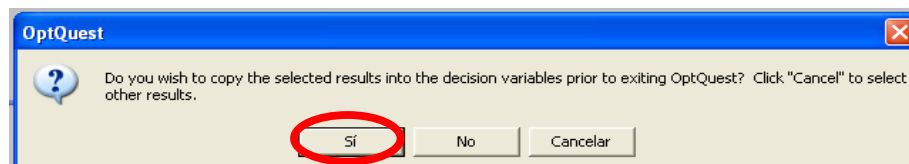
**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

Nota: Los porcentajes de inversión para cada acción se presentan debajo del nombre de cada una, dicho valor varía entre 0 y 1, en donde 1 corresponde al 100% de la inversión.

Optimization is Complete								
Simulation	Maximize Objective RENTABILIDAD Mean	Variable Requirement RIESGO Mean <= [0.01020941,0.01545962]	ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	ACCIÓN 5	
1	1,0807E-03	1,5460E-02 <= 1,0209E+06	0	0	0	1	0	
4	1,5220E-03	7,0370E-02 <= 1,0209E+06	0	1	0	0	0	
376	1,5221E-03	7,0371E-02 <= 1,0793E+06	0	1	2,2051E-04	0	0	
379	1,5221E-03	7,0371E-02 <= 1,0793E+06	0	1	2,7061E-04	0	0	
Best: 382	1,5222E-03	7,0371E-02 <= 1,0793E+06	0	1	4,2837E-04	0	0	



- Se requiere salir del OptQuest, al dar la opción cerrar aparecerá una ventana que presenta la opción de copiar los resultados en el archivo de Excel en el cual se está trabajando, elegir la opción Si.



Al elegir la opción *Si*, los resultados se cargarán de la siguiente manera en la hoja de Excel. Se mostrarán la conformación, la varianza y el riesgo del portafolio.

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

ACCIÓN i	ACCIÓN j	CORRELACIÓN	COVARIANZA	% INVERSIÓN i	% INVERSIÓN j
ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	0,37624	0,003970%	0,000000%	100,000000%
ACCIÓN 1	ACCIÓN 3	0,61622	0,009074%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN 1	ACCIÓN 4	0,838	0,019572%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN 1	ACCIÓN 5	0,81153	0,014467%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	0,26249	0,002947%	100,000000%	0,000000%
ACCIÓN 2	ACCIÓN 4	0,36399	0,007589%	100,000000%	0,000000%
ACCIÓN 2	ACCIÓN 5	0,41574	0,004978%	100,000000%	0,000000%
ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	0,62747	0,010423%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN 3	ACCIÓN 5	0,56046	0,009224%	0,000000%	0,000000%
ACCIÓN 4	ACCIÓN 5	0,78933	0,015473%	0,000000%	0,000000%

PONDERACIÓN DE LA INVERSIÓN				
	% INVERSIÓN	VARIANZA	RIESGO	% INVERSIÓN ^2
ACCIÓN 1	0,0000%	0,0113%	1,063015%	0,000000%
ACCIÓN 2	100,0000%	0,4952%	7,037045%	100,000000%
ACCIÓN 3	0,0000%	0,0125%	1,118034%	0,000000%
ACCIÓN 4	0,0000%	0,0239%	1,545962%	0,000000%
ACCIÓN 5	0,0000%	0,0176%	1,326650%	0,000000%
TOTAL	100,0000%			

PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	0,000000%
VARIANZA	0,495203%
RIESGO	7,037063%

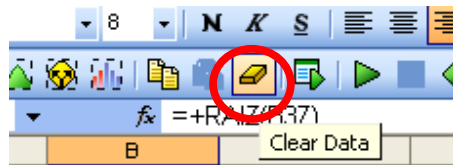
[Ver Anexo 11 Portafolio Método de Monte Carlo](#) (Hoja Portafolio)

POSIBILIDAD DE LA RENTABILIDAD

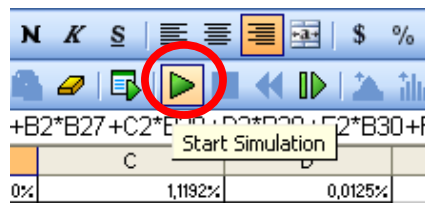
Se debe correr una simulación para conocer cual es el comportamiento del valor esperado, es decir, se debe establecer para los porcentajes de inversión calculados la distribución de probabilidad que se ajusta a la rentabilidad.

MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES MERCADO COLOMBIANO

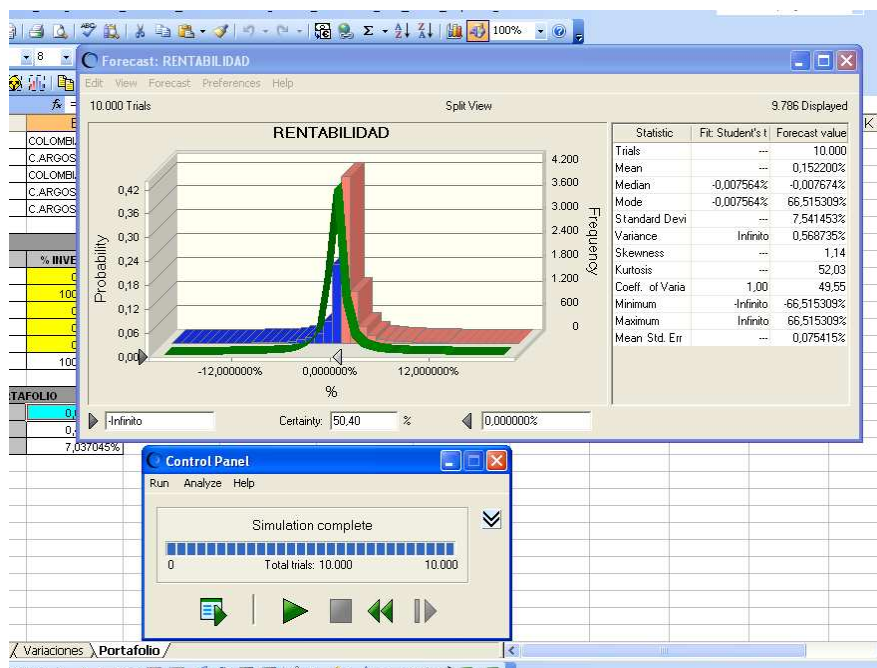
1. Ubicar el cursor en la celda riesgo del formato No.18 Portfolio y borrar la información seleccionando el ícono *Clear Data*



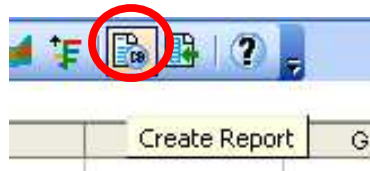
2. Ubicar el cursor en la celda rentabilidad del formato No.18 y seleccionar el ícono *Start Simulation*



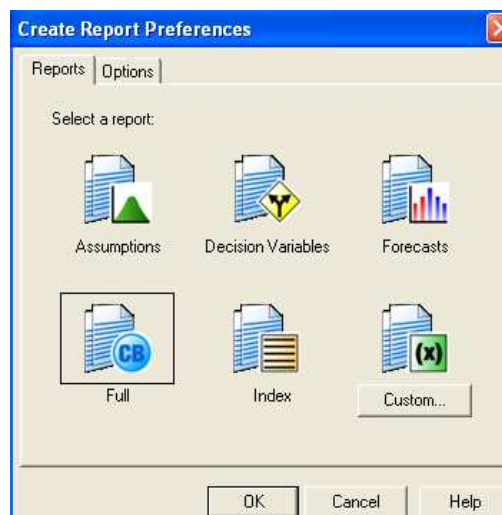
3. Los resultados muestran la distribución de probabilidad de la rentabilidad y las estadísticas de la variable.



4. Generar el reporte de los resultados presionando el ícono *Create Report*



5. Seleccionar la opción *Full* en la ventana que se muestra y dar Click en *OK*



6. El reporte se abrirá en una nueva hoja de Excel.

[Ver Anexo 12 “Reporte Portafolio Monte Carlo”](#)

ANÁLISIS DEL PORTAFOLIO

Se debe realizar un análisis del portafolio con los datos obtenidos de la simulación y del reporte. Determinar la composición del portafolio, el riesgo, el VaR, correlación, covarianza, frontera eficiente, como se explicó en el Método de Varianza/Covarianza respecto al análisis del portafolio.

[Ver Anexo 13 “Análisis portafolio Monte Carlo”](#)

9.6 ANÁLISIS COMPARATIVO

9.6.1 ANÁLISIS VAR

La metodología de medición de riesgo Value at Risk posee unas grandes ventajas, que hacen que sea uno de los métodos más empleados para realizar cálculos que buscan conocer la pérdida máxima esperada a lo largo de un horizonte de tiempo objetivo dentro de un intervalo de confianza dado, sin que esto signifique que sea considerada la mejor alternativa.

Provee una única medida, que resume el riesgo total en una cartera de activos financieros ya que condensa todas las variables del mercado en una única cifra, es decir, entrega una medida estándar para las distintas clases de riesgo.

Esta metodología toma en cuenta tanto los factores asociados con el comportamiento de los precios de los activos, como las características específicas de cada instrumento (acciones, bonos, etc).

Es fácil de explicar a la administración y al público, lo cual es importante ya que en las diferentes empresas el VaR se emplea para la valoración de los riesgos de las operaciones de mercado e inversión, permitiendo a los inversionistas controlar de la mejor forma posible los riesgos financieros.

Los usuarios del VaR enfrentan el problema que éste es reportado sólo para un nivel de confianza específico bajo condiciones normales del mercado y la cifra puede ser excedida en algunos casos. Su modelo es útil sólo en la medida en que predice eficientemente el riesgo. Si existen pérdidas mayores que lo esperado, se debe indagar la fuente del error con una metodología diferente, como puede ser el C-VaR el cuál satisface el principio financiero que a mayor rentabilidad mayor riesgo.

El VaR es un estimado estadístico y puede estar sujeto a un error de estimación si el tamaño de la muestra es muy corto (Philippe Jorion, 2000)

Es importante resaltar que el VaR

9.6.2. MÉTODO SIMULACIÓN HISTÓRICA

Las estimaciones de los parámetros básicos para la medición del VaR (medias, desviaciones estándar) a partir de una serie histórica de observaciones no son estimaciones exactas puesto que están afectadas por el error de estimación, el cuál es la variabilidad natural de muestreo ocasionada por el tamaño limitado de la muestra, lo que afecta la calidad de los resultados ya que están altamente asociados a la longitud del periodo histórico.

El método permite no linealidades y distribuciones no normales, cuantifica las “colas anchas” y no es afectado por el riesgo de modelo; así como también es intuitivo, robusto y fácil de instrumentar por lo cual facilita su explicación a la alta gerencia.

Dentro de sus desventajas se encuentra que las observaciones se concentran en el centro de la distribución y que sólo se utiliza un patrón muestral, el cual omite situaciones con volatilidad temporalmente elevada, debido al supuesto en que el pasado representa apropiadamente el futuro inmediato, sin tener en cuenta que el riesgo varía en el tiempo.

Es de difícil aplicación para portafolios de gran tamaño, que por lo tanto poseen estructuras complejas.

9.6.3. MÉTODO VARIANZA COVARIANZA O DELTA NORMAL

Es un modelo que al basarse en la teoría del portafolio y tener en cuenta tanto el riesgo como la rentabilidad a través de la varianza y la media permite el cálculo del valor en riesgo VaR.

Para el desarrollo de éste método sólo requieren los valores de mercado y la exposición de las posiciones actuales, combinados con los datos de riesgo, razón por la cual a diferencia de los demás métodos, éste es de fácil implementación computacional. Permite rapidez en el cálculo del VaR cuando se están evaluando portafolios de gran tamaño, donde la opcionalidad no es un factor dominante.

La posibilidad de que se presenten eventos inusuales o extremos como desplomes de los mercados accionarios o colapsos en el tipo de cambio son insuficientemente cuantificadas con este método, debido a que el “riesgo evento” no ocurre con la suficiente frecuencia para que se pueda modelar adecuadamente con una distribución de probabilidad basada en datos históricos recientes

El modelo basado en la aproximación normal (Delta Normal) subestima la proporción de datos atípicos (y por lo tanto, el valor en riesgo) pues dichos datos pueden provocar la existencia de “colas anchas” en las distribuciones correspondientes a los rendimientos de los activos financieros, situación que es preocupante ya que el VaR busca detectar el comportamiento del portafolio en la cola izquierda de la distribución.

La distribución de los retornos esperados se concentra alrededor de la media generando una gráfica con un gran pico (leptocúrtica), lo que puede ocasionar que se subestime el valor del VaR.

9.6.4. MÉTODO DE MONTE CARLO

Las simulaciones de Monte Carlo abarcan un amplio margen de posibles valores en las variables financieras y consideran totalmente las correlaciones.

El método de Monte Carlo es el de mayor exactitud para la cuantificación del VaR ya que considera un extenso rango de riesgos involucrados: el riesgo precio no lineal, el riesgo de volatilidad e incluso el riesgo de modelo; incorpora variaciones de la volatilidad, colas amplias y escenarios extremos. (Philippe Jorion)

La simulación es particularmente útil cuando los problemas exhiben una incertidumbre significativa, la cual es, generalmente, muy difícil de tratar analíticamente.

Su gran desventaja radica en el alto costo de implementación en términos de tiempo, recursos computacionales y desarrollo intelectual.

Si la distribución resulta muy abierta el rango de fluctuación del valor esperado de la variable que se halló es relativamente amplio ocasionando una disminución en la precisión de la estimación.

Se debe tener presente que no se puede modelar sobre valores que tengan tendencia y se debe trabajar con variaciones positivas y negativas debido a que el futuro es aleatorio.

Las variaciones hipotéticas de los precios son originadas aleatoriamente a través de un proceso estocástico, por lo tanto el método está sujeto al riesgo de que los modelos estén equivocados.

**9.6.5. CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS MÉTODOS PARA CUANTIFICAR EL
VAR**

VARIABLE	MÉTODO		
	SIMULACION HISTORICA	VARIANZA COVARIANZA	SIMULACION DE MONTE CARLO
Valoración	Completa	Lineal	Completa
Distribución	Histórica	Normal	Completa
Variaciones en el tiempo	No	Si	Si
Distribución no normal	Si	No	Si
Medida de eventos extremos	Un poco	Un poco	Posible
Uso de correlaciones	Si	Si	Si
Evita el riesgo del modelo	Si	Un poco	No
Fácil Implementación	Medianamente	Si	No
Comunicación	Fácil	Fácil	Difícil
Peligros principales	Variación en tiempo	No linealidades	Riesgo de modelo
	Eventos extremos	Eventos extremos	

10. CONCLUSIONES

- El mayor beneficio que posee el cálculo del VaR, es que su resultado presenta en un solo número de sencilla interpretación el riesgo del mercado al que un inversionista o institución se expone al invertir en un portafolio determinado, es por esto que su implementación toma cada día mayor fuerza al convertirse en una herramienta esencial entre directores, ejecutivos y tenedores de acciones para la presentación de los riesgos operativos.
- El VaR es muy utilizado porque se piensa que es muy confiable, pero esta metodología no satisface el principio financiero en que a mayor rentabilidad mayor riesgo.
- La elección del método depende ampliamente de la composición del portafolio.
- Las herramientas utilizadas para la evaluación de los portafolios de acciones se diferencian en que mientras el Solver considera que las variables siguen una distribución normal (método estático), el Crystall Ball permite tener en cuenta la volatilidad de éstas al incluir en su análisis las diferentes formas de distribución, generando simulaciones estocásticas.
- El método Monte Carlo puede considerarse como la mejor opción para cuantificar el VaR entre los tres métodos estudiados, debido a que es el más exacto pues posee el enfoque más completo si la modelación se desarrolla correctamente.
- Se logró desarrollar una metodología para la construcción de portafolios de acciones con la aplicación de las técnicas de Simulación Histórica, Monte Carlo y Varianza Covarianza para el cálculo del VaR.

11. RECOMENDACIONES

- Es necesario verificar la precisión del valor de VaR obtenido, el comité de *Basilea* recomienda la “prueba de respaldo” (Back testing) el cual determina que el modelo pronostica acertadamente el número de ocasiones en que será excedido el VaR
- La cuantificación del VaR implementando el método de Monte Carlo está sujeto al riesgo de que los modelos esten equivocados, por lo cual se debe complementar con un análisis de sensibilidad que permita verificar si los resultados son relevantes a los cambios en el modelo.
- Es importante que las empresas o proyectos midan el valor en riesgo VaR cuyo propósito está enfocado en los riesgos del mercado, sin embargo, no se puede dejar de lado el estudio de los otros tipos de riesgos financieros a los cuales se encuentran expuestos.
- Se requiere precisión en la identificación y medición de los riesgos con el fin de llevar a cabo un apropiado control y evaluación de éstos para lograr anticiparse a las consecuencias de los posibles resultados adversos y de éste modo estar mejor preparados para enfrentar la incertidumbre futura, lo que se resume en realizar una administración total de la exposición al riesgo, herramienta esencial para la sobrevivencia de cualquier negocio.

12. BIBLIOGRAFIA

- JORION, Philippe. Valor en Riesgo. El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados. Primera edición. México D.F.: Editorial Limusa, S.A. 2002. 345 pag.
- HULL, John C. Introducción a los mercados de Futuros y Opciones. Cuarta Edición. Madrid: Prentice Hall. 2002. 547 pag.
- DE LARA, Alfonso. Medición y Control de riesgos financieros. Incluye Riesgo de Mercado y Riesgo Financiero. Tercera edición. Editorial Limusa, S.A. 2004. 219 pg
- Planet Finance. Gestión de Riesgos en el Sector de Ahorro y Crédito Popular. Presentación PowerPoint. México D.F. 2004.
- XIII Jornadas de ASEPUMA, Julio García Villalón y Josefina Martínez Barbeito. Enfoques diferentes para medir el valor en riesgo (var) y su comparación. Aplicaciones. Formato PDF. 15 pag.
- Universidad Sergio Arboleda, Juan Camilo Montoya F. Simulación MonteCarlo usando MS Excel y Crystal Ball. Presentación PowerPoint.
- Instituto de Empresa. Pablo García Estévez. El Valor en Riesgo (VaR). Formato PDF. 6 pag.
- Banco Central de Chile, Documentos de Trabajo. Christian Andrew Jonson. Metodos de evaluacion del riesgo para portafolios de inversión. N°67 Marzo 2000. 44 pag.
- Diario Financiero. Carlos Maquieira V., Ph.D. In Finance. Simulación de Monte Carlo y Valoración de Compañías. Formato PDF. Miércoles 02 de Junio de 2004. 2 pag.
- Cuadernos de Administración, Pontificia Universidad Javeriana. Cesar Atilio Ferrari y Alex Almafí González. Fundamentales Empresariales y Económicos en la Valoración de acciones. El caso de la Bolsa Colombiana. Formato PDF. Bogotá. 2007.
- Alvaro Jose Cobo Quintero. La selección de Carteras desde MarkKowits. Formato PDF. Bogotá.

**MEDICIÓN DEL VaR EN LOS PORTAFOLIOS DE ACCIONES
MERCADO COLOMBIANO**

- www.superfinanciera.gov.co
- www.bvc.com.co
- www.eco-finanzas.com/diccionario
- www.intelink.com.mx/microempresas/enciclopedia

13. ANEXOS

[ANEXO 1: NORMATIVIDAD VAR](#)

[ANEXO 2: ACCIONES CON IBA ALTO](#)

[ANEXO 3: ANALISIS FUNDAMENTAL EXCEL](#)

[ANEXO 4: ANALISIS FUNDAMENTAL](#)

[ANEXO 5: ACCIONES SELECCIONADAS](#)

[ANEXO 6: PORTAFOLIO CON DOS ACCIONES](#)

[ANEXO 7: ANALISIS PORTAFOLIO CON DOS ACCIONES](#)

[ANEXO 8: PORTAFOLIO CON TRES O MAS ACCIONES](#)

[ANEXO 9: ANÁLISIS PORTAFOLIO OPTIMIZADO \(3 O MÁS ACCIONES\)](#)

[ANEXO 10: CRYSTAL BALL](#)

[ANEXO 11: PORTAFOLIO METODO DE MONTE CARLO](#)

[ANEXO 12: REPORTE PORTAFOLIO MONTE CARLO](#)

[ANEXO 13: ANÁLISIS PORTAFOLIO MONTE CARLO](#)