



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA EN SISTEMAS – OPTIMIZACIÓN FINANCIERA

Implementación de una Estrategia Algorítmica para Negociación Óptima  
en el Mercado de Valores Mexicano.

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
RICARDO JAVIER VILLALOBOS FIGUEROA

TUTOR PRINCIPAL  
ELIO AGUSTÍN MARTÍNEZ MIRANDA  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

Ciudad Universitaria, Cd. de Mx. abril 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

---

**Jurado Asignado:**

Presidente: Dr. Ortiz Calisto Edgar

Secretario: Dr. Gómez Gallardo Wulfrano

Vocal: Dr. Martínez Miranda Elio Agustín

1<sup>er</sup>. Suplente: Dra. Sosa Castro Magnolia Miriam

2<sup>do</sup>. Suplente: M. en I. Rodríguez Rubio Jorge

Lugar donde se realizó la tesis: Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

**Tutor de Tesis:**

-----  
Elio Agustín Martínez Miranda

---

---

## **Agradecimientos:**

A mi madre, la Sra. Laura Villalobos Figueroa por traerme al mundo, cuidar siempre de mí y ser el pilar más importante en mi vida. Gracias por todo el esfuerzo inconmensurable a lo largo de todos estos años y por demostrarme siempre tu amor.

A Ana Paula Cacho Ruíz, por su amor, apoyo y confianza. Gracias por alentarme incondicionalmente y por motivarme a terminar este gran proyecto de vida, por ayudarme a seguir creciendo como persona e influir de manera tan positiva en mi vida, gracias Pau.

A mi familia, por su amor, apoyo y por ser personas que llenan de felicidad mi vida.

A mis amigos, quienes siempre me han apoyado. Gracias por los momentos de diversión, de risas, consejos y por escucharme siempre que lo he necesitado.

A mi director de tesis, el Dr. Elio Martínez Miranda por su paciencia, por creer en mí, por sus asesorías y el apoyo en este gran trabajo.

A mi alma mater y muy querida Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme abierto nuevamente sus puertas, formarme a través de sus profesores y hacer de mí una persona de bien.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, mis agradecimientos por el apoyo económico mediante la beca otorgada a lo largo de mi posgrado y por hacer posibles mis estudios de maestría.

---

---

Índice General

<b>Introducción</b> .....	6
<b>Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales</b> .....	9
<b>1.1. Sistema Financiero Nacional</b> .....	9
1.1.1. Sector Bancario y de Valores .....	13
1.1.2. Sector de Seguros y Fianzas.....	15
1.1.3. Sector de Ahorro para el Retiro .....	17
<b>1.2. Mercado de Dinero</b> .....	18
1.2.1. Funciones del Mercado de Dinero .....	19
1.2.2. Instrumentos del Mercado de Dinero .....	20
<b>1.3. Mercado de Capitales</b> .....	24
1.3.1. Mercado Primario .....	26
1.3.2. Mercado Secundario.....	27
<b>Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados</b> .....	35
<b>2.1. Mercado de Valores en México</b> .....	35
2.1.1. Participantes del Mercado de Valores .....	36
2.1.2. Marco Regulatorio del Mercado de Valores (Vigente) .....	39
<b>2.2. Bolsa Mexicana de Valores (BMV)</b> .....	41
2.2.1. Esquemas de Negociación .....	41
2.2.2. Sistema MoNeT .....	44
2.2.3. S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones (S&P/BMV IPC).....	47
2.2.4. Metodología de Selección de la Muestra del IPC .....	50
2.2.5. Clasificación de la BMV .....	53
2.2.6. Principales Índices de Referencia de la BMV .....	54
<b>2.3. Bolsa Institucional de Valores (BIVA)</b> .....	57
2.3.1. Funciones de BIVA.....	60
2.3.2. Índice FTSE BIVA.....	61
2.3.3. Metodología FTSE BIVA.....	61
2.3.4. Contribución al Desarrollo del Mercado.....	66
<b>2.4. Mercado Mexicano de Derivados</b> .....	67

---

---

2.4.1. Instrumentos Derivados .....	68
2.4.2. MexDer .....	70
2.4.3. Estructura y Funcionamiento .....	75
<b>Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading .....</b>	<b>79</b>
<b>3.1. Electronic Trading.....</b>	<b>79</b>
3.1.1. Características y Funciones Principales de Electronic Trading .....	81
3.1.2. Direct Market Access (DMA) .....	85
3.1.3. Libro de Órdenes (Book Orders).....	88
3.1.4. Tipos de Órdenes .....	89
3.1.5. Dark Pools .....	93
3.1.6. Impacto de Electronic Trading en los Mercados Financieros .....	95
<b>3.2. Algorithmic Trading .....</b>	<b>103</b>
3.2.1. Clasificación de Estrategias Algorítmicas .....	104
3.2.2. Proceso de Implementación de AT.....	120
3.2.3. Ventajas y Desventajas de Implementar AT .....	121
<b>3.3. High Frequency Trading .....</b>	<b>124</b>
3.3.1. Características de HFT .....	124
3.3.2. Estrategias de HFT .....	125
3.3.3. Funcionamiento de HFT .....	126
3.3.4. Ventajas y Desventajas del HFT.....	128
<b>Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados.....</b>	<b>130</b>
<b>4.1. Análisis de Resultados .....</b>	<b>130</b>
4.1.1. Análisis de Resultados por Sector .....	135
4.1.2. Conclusiones del Análisis de Resultados .....	197
<b>Capítulo V. Conclusiones, Limitaciones y Recomendaciones .....</b>	<b>200</b>
<b>5.1. Conclusiones.....</b>	<b>200</b>
<b>5.2. Limitaciones .....</b>	<b>202</b>
<b>5.3. Recomendaciones.....</b>	<b>203</b>
<b>5.4. Futuras Investigaciones .....</b>	<b>204</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>205</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>207</b>

### Introducción

Derivado del creciente avance tecnológico y la evolución en la estructura de las plataformas de trading en años recientes, los *broker/dealers* han automatizado su forma de enviar y ejecutar órdenes mediante el uso de algoritmos computacionales en conjunto con el acceso a diversas redes de comunicación electrónica. Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo y crecimiento de las negociaciones algorítmicas conocido como *algorithmic trading*. La incorporación de estos algoritmos eficientes busca automatizar la toma de decisiones eliminando el factor humano y generar mayores ganancias. Entre sus principales ventajas se encuentran, la reducción de costos de operación disminuyendo a los agentes involucrados del trading, mayor precisión y velocidad en la ejecución de las órdenes, así como la posibilidad de identificar simultáneamente señales de oportunidades de compra o venta y de arbitraje.

Actualmente, *algorithmic trading* (AT) y *high frequency trading* (HFT) representa alrededor del 75% del volumen operado en mercados desarrollados como el NYSE y NASDAQ (Desjardins, J. 2014). En México por su parte, la BMV y el MexDer cuentan con un volumen de negociación bajo esta modalidad de aproximadamente el 25% del total, mientras que BIVA se encuentra en la fase de sus inicios de operaciones (Puaar, A. 2012). En el país no se han consolidado las negociaciones a través de AT y HFT debido principalmente, a las características propias del mercado de valores mexicano, a la complejidad de estas formas de negociación, a la ausencia de recursos humanos especializados en el tema y al tamaño del mercado. Sin embargo, este patrón de crecimiento indica que el trading automatizado y de alta frecuencia seguirá creciendo, expandiéndose aún más hacia mercados emergentes como el nuestro.

La investigación de este tema surge ante la falta de interés y la postura pasiva que ha tenido el sector bursátil mexicano en la implementación de AT y HFT, encontrándose aún en una etapa temprana de desarrollo desaprovechando una gran oportunidad de crecimiento para volver más atractivo y competitivo el mercado de valores de nuestro país.

Este trabajo contiene una visión general del potencial crecimiento que existe en el área de las finanzas cuantitativas, ya que combina la aplicación de modelos matemáticos y herramientas tecnológicas.

La presente investigación tiene como objetivo establecer una estrategia de negociación óptima dentro del mercado de capitales en México, tomando en cuenta las variables: volumen de negociación, liquidez y volatilidad.

La hipótesis es demostrar, la factibilidad de implementar algoritmos computacionales dentro del mercado bursátil mexicano, a través de la creación y ejecución óptima de una estrategia algorítmica. Asimismo, comprobar que el mercado de valores de nuestro país (considerado emergente) y sus principales emisoras, cuentan con las condiciones y características necesarias para impulsar y hacer uso de las nuevas formas de negociación, tendencias y tecnologías crecientes en las finanzas, es el caso algorithmic trading y high frequency trading.

En el caso de estudio, se desarrolló un algoritmo computacional basado en la reversión del precio hacia su precio promedio ponderado por volumen (VWAP, por sus siglas en inglés), la finalidad es explotar la volatilidad presentada una vez que el precio de la acción se ha alejado considerablemente de su VWAP.

En el capítulo 1 se realizó una descripción sobre lo qué es y cómo se encuentra conformado el sistema financiero mexicano, sus sectores, sus funciones, y el papel que desempeña cada uno de los participantes. Se requiere comprender la estructura de este para contextualizar el mercado de valores, los efectos de la globalización y el impacto de las nuevas tecnologías como AT y HFT.

El capítulo 2 describe detenidamente el sector bursátil del país, las bolsas de valores y sus principales índices de referencia, asimismo los instrumentos derivados para el caso del MexDer.

El capítulo 3 establece las bases teóricas necesarias para entender el lenguaje y la tecnología que rodea a AT y HFT. Asimismo, define claramente sus funciones, su comportamiento y establece las diferencias existentes entre cada uno.

## Introducción

---

La estrategia de negociación propuesta para adaptarse y explotar las particularidades del mercado bursátil mexicano será detallada en el capítulo 4. Para tal efecto, se desarrolló un código en R y se ejecutó para intervalos de 15 y 30 minutos en 6 emisoras seleccionadas, 2 emisoras por sector. Los datos fueron obtenidos mediante la terminal Bloomberg con fines exclusivamente educativos. Los resultados generados por el algoritmo fueron comparados contra una posición larga (benchmark).

Finalmente, en el último apartado del presente trabajo se presentan las conclusiones, recomendaciones y limitaciones. Al finalizar, el lector tendrá un marco teórico y argumentos sólidos para desarrollar una estrategia de negociación.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

### 1.1. Sistema Financiero Nacional

Dentro de la economía de un país, el papel que toma el sistema financiero es fundamental para el desarrollo económico y el crecimiento sostenido de éste. El sistema financiero es el receptor de las dos grandes fuerzas que mueven una economía: la oferta y la demanda de dinero. La función de un sistema financiero es crear, intermediar y transferir recursos económicos entre prestamistas y prestatarios. Por un lado, están los agentes superavitarios, aquellas personas que poseen capital y no lo requieren en el corto plazo para pagar deudas, consumir algún bien o servicio; buscan obtener un rendimiento a cambio de posponer el beneficio inmediato que obtendrían disponiendo de dicho capital. Ese rendimiento es la tasa de interés. Por el otro lado encontramos a los agentes deficitarios o consumidores, quienes requieren en el corto plazo mayor capital del que disponen, ya sea para generar valor agregado a través de actividades y proyectos productivos (generar riqueza adicional) o para hacer frente a una obligación de pago, estando dispuestos a pagar, un costo adicional para obtener de forma inmediata el capital requerido; retribuyéndolo en un periodo determinado y mediante acuerdos de pagos en plazos previamente establecidos. Ese costo es la tasa de interés.

Figura 1.1. Agentes del sistema financiero



Fuente: Elaboración Propia.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

El sistema financiero se encuentra integrado por un conjunto de organismos, intermediarios y mercados financieros que interactúan con el propósito de generar flujos de capital hacia la inversión, el consumo y la actividad comercial, facilita el movimiento de dinero brindando seguridad al sistema de pagos.

Entre los objetivos del sistema financiero, encontramos:

- Captar los excedentes de efectivo y transferir los ahorros a los demandantes de dinero.
- Corrige las descompensaciones en el gran flujo económico.
- Propicia el desarrollo y crecimiento de la economía.
- Proveer un sistema de pagos.
- Ofrecer instrumentos y servicios financieros para reducir el riesgo financiero.

En México, el sistema financiero se encuentra constituido por intermediarios financieros especializados en diversos sectores, los cuales incluyen bancos, compañías de seguros, fondos de pensiones, casas de bolsa, sociedades de inversión y las organizaciones auxiliares de crédito. Los sectores que destacan por su crecimiento y en donde se concentra la mayor cantidad de los recursos, son la banca y el mercado de valores; a continuación, se muestra brevemente un resumen con la descripción de los sectores que integran al sistema financiero mexicano, así como las autoridades encargadas de regular y supervisar dichos intermediarios, brindando protección a los intereses de los usuarios que forman parte del sistema.

### Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)

Dependencia que forma parte del poder ejecutivo federal, tiene como objetivo proponer, dirigir y controlar la política económica del gobierno federal en materia financiera, fiscal, de gasto, de ingresos y deuda pública. También se encarga de regular, coordinar, evaluar y monitorear el sistema financiero del país.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

### Banco de México (BANXICO)

Organismo autónomo, que entre sus principales funciones destaca, la emisión y regulación de la moneda nacional dentro de la economía, preservando la estabilidad del poder adquisitivo de la moneda. Otras funciones del banco central es promover el sano desarrollo del sistema financiero, propiciar el buen funcionamiento de los sistemas de pagos, brindar servicios de tesorería al gobierno federal, asimismo funciona como asesor del propio gobierno en materia económica y financiera.

### Instituto para la Protección al Ahorro Bancario (IPAB)

Institución del Gobierno Federal que tiene como objetivo fundamental, garantizar y proteger los depósitos bancarios de los ahorradores hasta por 400 mil UDIs por persona y por institución bancaria; de forma automática y gratuita, sin necesidad de realizar trámite alguno para el reembolso del dinero depositado.

El Seguro de Depósitos que administra el IPAB protege, entre otros, los depósitos a la vista, como cuentas de cheques; depósitos en cuentas de ahorro; depósitos a plazo o retirables con previo aviso, como los certificados de depósito; depósitos retirables en días preestablecidos, y depósitos en cuenta corriente asociados a tarjetas de débito (IPAB, 2018)

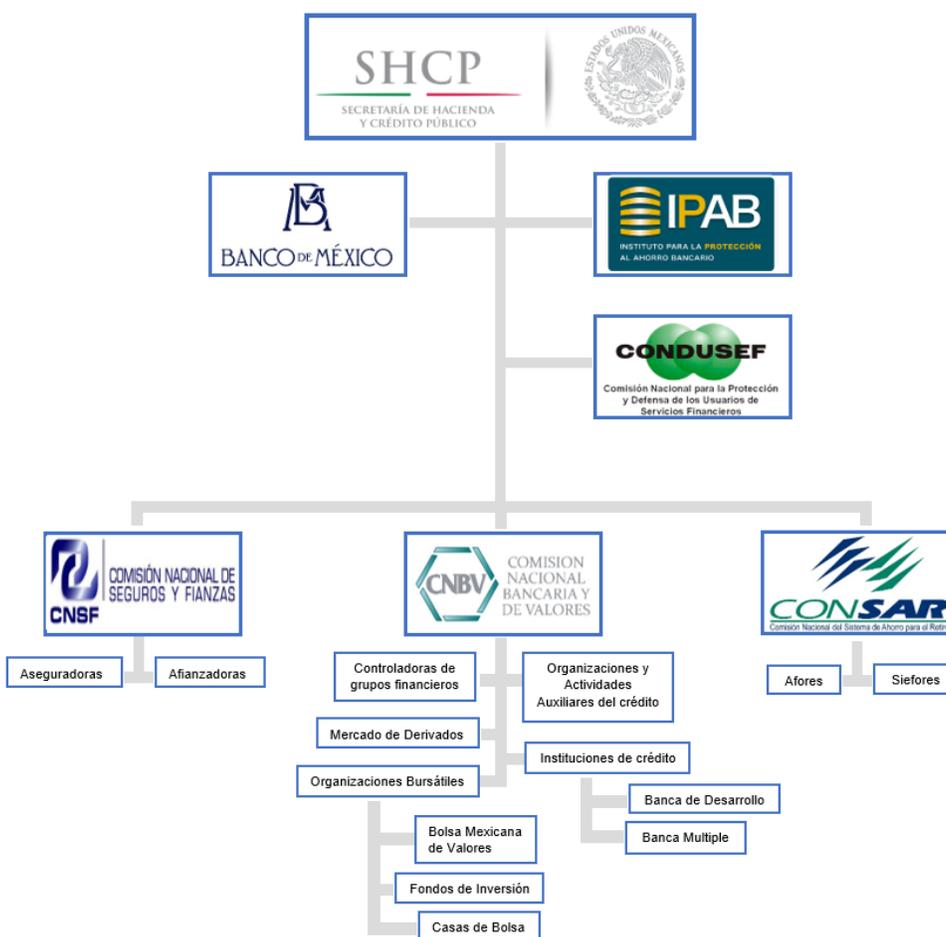
Como función adicional, El IPAB provee financiamiento a los bancos con problemas de solvencia para que cuenten con los recursos necesarios para cumplir con el índice de capitalización que establece la regulación. Además, establece los mecanismos para liquidar a las instituciones de crédito en situaciones de quiebra y procura actuar de forma oportuna para entregar los recursos del banco en quiebra a sus acreedores. De esta manera, se contribuye a la estabilidad del sistema bancario y se salvaguarda el sistema nacional de pagos.

### Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF)

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

Entidad pública descentralizada encargada de informar, orientar y promover la educación y la transparencia financiera entre la población, con la finalidad de que los usuarios tomen decisiones informadas sobre los beneficios, costos y riesgos de los productos y servicios ofertados en el sistema financiero mexicano; asimismo la CONDUSEF atiende y resuelve quejas y reclamaciones de clientes en contra de cualquier institución de crédito o diversas actividades auxiliares del mismo. También, protege los intereses de los usuarios mediante la supervisión y regulación a las instituciones financieras, proporcionando servicios de asesoría y apoyo en la defensa de los derechos del público usuario.

Figura 1.2 Estructura del Sistema Financiero



Fuente: CNBV, Banxico, (2018). / Elaboración Propia.

### 1.1.1. Sector Bancario y de Valores

Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV)

Organismo descentralizado de la SHCP que tiene por objeto vigilar, supervisar y regular a las instituciones de crédito, los mercados financieros, además de intermediarios auxiliares de crédito, a fin de procurar la estabilidad y el correcto funcionamiento, manteniendo y fomentando el sano desarrollo de dicho sector, protegiendo los intereses del público ahorrador y los inversionistas.

Las entidades financieras sujetas a regulación son las siguientes:

❖ Instituciones de crédito

Son sociedades anónimas de capital variable que cuenta con personalidad jurídica; tienen por objeto principal el ahorro y crédito popular, es decir la captación de recursos del público en general o de sus socios, sobre los que se constituye su capacidad de financiamiento, para su posterior colocación través del otorgamiento de diferentes tipos de créditos a las personas o empresas que lo necesiten y que cumplen con los requisitos para ser sujetos del crédito.

El sistema bancario está compuesto de la siguiente forma:

- Banca múltiple
- Banca de desarrollo
- Sociedades financieras populares

❖ Organizaciones y actividades auxiliares de crédito

Se consideran actividades auxiliares del crédito, aquellas actividades relacionados a la provisión de bienes o servicios financieros establecidos y regulados en la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito.

- Almacenes generales de depósito
- Sociedades financieras de objeto múltiple (ER y ENR)<sup>1</sup>
- Uniones de crédito
- Sociedades cooperativas de ahorro y préstamo
- Sociedades financieras comunitarias
- Casas de cambio
- Transmisores de dinero
- Centros cambiarios

### ❖ Organizaciones Bursátiles

Instituciones intermediarias financieras reguladas por la Ley del Mercado de Valores, las cuales realizan transacciones de productos financieros como acciones, partes sociales, obligaciones, bonos, títulos opcionales, certificados, pagarés, letras de cambio y demás títulos de crédito, nominados o innominados, inscritos o no en el Registro Nacional de Valores (RNV), a través del mercado de valores.

Los participantes en el mercado de valores nacional son los siguientes:

- Bolsa Mexicana de Valores (BMV)
- Bolsa Institucional de Valores (BIVA)
- Mercado Mexicano de Derivados (MEXDER)
- Asigna, compensación y liquidación
- Casas de bolsa
- Fondos de inversión
- Sociedades operadoras y distribuidoras de fondos de inversión

---

<sup>1</sup> ER, Sociedad Financiera de Objeto Múltiple "entidad regulada". Están sujetas a la supervisión de la CNBV y por la CONDUSEF, mantienen vínculos patrimoniales con sociedades financieras, pueden emitir valores de deuda, inscritos en el registro nacional de valores.

ENR, Sociedad Financiera de Objeto Múltiple "entidad no regulada". Están sujetas a la inspección y vigilancia de la CNBV, pero exclusivamente para verificar el cumplimiento de las disposiciones preventivas de lavado de dinero y financiamiento al terrorismo.

- Instituto para el Depósito de Valores (INDEVAL)
- Registro nacional de valores e intermediarios (RNVI)
- Calificadoras de Valores
- Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles

### ❖ Otros organismos

- Controladoras de grupos financieros
- Sociedades de información crediticia

### **1.1.2. Sector de Seguros y Fianzas**

#### Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF)

Organismo desconcentrado de la SHCP, facultada para supervisar y vigilar que las actividades que se realizan en el sector asegurador y afianzador se apeguen al marco normativo que las regula, salvaguardando la solvencia y la estabilidad financiera de las instituciones de seguros y fianzas, para proteger los intereses del público usuario, así como promover el sano desarrollo de este sector con la finalidad de extender la cobertura de sus servicios a la mayor parte de la población posible.

#### Aseguradoras

Intermediarios financieros que tienen como objetivo brindar cobertura financiera al asegurado en caso de algún siniestro. Las instituciones de seguros mediante la celebración de un contrato y el cobro de una prima se encuentran obligados a resarcir un daño o a realizar el pago de una suma de dinero en caso de ocurrencia de una eventualidad prevista en la póliza del contrato.

Los diferentes tipos de seguro que existe son los siguientes:

- Automóviles

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

- Vida
- Accidentes personales y enfermedades
- Gastos médicos mayores
- Agropecuario
- Diversos
- Transportes
- Incendio
- Responsabilidad civil y riesgos profesionales
- Crédito

### Afianzadoras

Las instituciones de fianzas se encargan, mediante la celebración de un contrato y el pago de una prima, de cumplir a un acreedor la obligación de su deudor en caso de que éste no lo haga.

Los participantes son:

- Fiado. Deudor principal por quien se obliga la institución afianzadora, Beneficiario.
- Acreedor ante quien se garantiza la obligación del fiado y
- Fiador. Institución de fianzas concesionada por el gobierno federal para expedir fianzas a título oneroso.

Hay cuatro tipos de fianzas:

- Fidelidad: Garantiza a un patrón el desempeño fiel y honesto del trabajador.
- Judicial: Garantiza el cumplimiento de una resolución emitida por una autoridad judicial, como la libertad bajo fianza o condicional.
- Administrativa: Garantiza el cumplimiento de las obligaciones legales derivadas de un contrato.
- Crédito: Garantiza el pago de algún crédito otorgado.

### **1.1.3. Sector de Ahorro para el Retiro**

Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR)

Órgano desconcentrado de la SHCP, su papel principal es el de regular el Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR) estableciendo lineamientos para que funcione de manera adecuada, vigilando el correcto resguardo de los recursos de los trabajadores y supervisando que dichos recursos se inviertan de acuerdo con el régimen de inversión establecido por la CONSAR.

El SAR está constituido por las cuentas individuales a nombre de los trabajadores que manejan las AFORES. Tiene como objetivo que los trabajadores, patrones y el Gobierno Federal realicen aportaciones a una cuenta titular cuya propiedad es de cada uno de los trabajadores (cuenta individual), con el fin de acumular recursos para que al concluir la vida laboral de este último pueda acceder a una pensión. Con todo ello, se asegura no solo que el SAR funcione sino de que los derechos de los trabajadores sean respetados por las AFORES. La CONSAR está facultada para imponer multas a las AFORES y sanciones a los empleados de éstas en caso de algún incumplimiento.

Administradoras de Fondos para el Retiro (AFORES)

Entidades financieras dedicadas exclusivamente a la administración de fondos y ahorros para el retiro de las cuentas individuales de los trabajadores; canalizan los recursos de acuerdo con las leyes de seguridad social y administran sociedades de inversión. Tienen prohibido emitir obligaciones, gravar su patrimonio, otorgar garantías y adquirir el control de empresas.

Algunas de sus actividades son:

- Abrir, administrar y operar las cuentas individuales de los trabajadores.
- Recibir las cuotas y aportaciones obligatorias correspondientes a las cuentas individuales, así como las voluntarias.
- Personalizar los rendimientos derivados de las inversiones.

- Informar y enviar mediante estados de cuenta la cantidad ahorrada a cada trabajador.
- Administrar las sociedades de inversión.
- Pagar los retiros parciales de los trabajadores con cargo a sus cuentas individuales.

### Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro (SIEFORES)

Son sociedades anónimas de capital variable que tienen por objeto exclusivo invertir los recursos provenientes de las cuentas individuales que reciban de acuerdo con las leyes de seguridad social y los recursos de las administradoras. El régimen de inversión debe ser tal que ofrezca la mayor seguridad y una rentabilidad adecuada de los recursos de los trabajadores.

## 1.2. Mercado de Dinero

Es el lugar donde se reúnen oferentes y demandantes de dinero a corto plazo, con vencimientos a un año o menores. Las principales características del mercado de dinero son vencimientos a corto plazo, alta liquidez y bajo riesgo.

En esencia, el mercado de dinero conforma una parte de los mercados financieros para fondos de corto plazo. El mismo, contribuye a la estabilidad de la economía y al desarrollo de un país al proporcionar liquidez de corto plazo al gobierno, bancos comerciales y otras grandes corporaciones; debido a que permite a los agentes con un superávit de recursos temporal invertir en instrumentos a corto plazo; por el contrario, los agentes con un déficit temporal de recursos pueden emitir instrumentos o pedir prestado, fondos a corto plazo para cubrir sus necesidades de financiamiento.

La participación dentro de este mercado se realiza a través de intermediarios financieros autorizados por la SHCP, es el caso de las casas de bolsa y bancos, los cuales participan en las subastas donde se llevan a cabo, las operaciones de

compra y venta de los instrumentos de deuda que constituyen parte de dicho mercado.

### **1.2.1. Funciones del Mercado de Dinero**

Dentro de las principales funciones de este mercado se encuentran:

Influir en las políticas del Banco Central

El banco central es responsable de guiar la política monetaria del país y tomar medidas para garantizar un sistema financiero saludable. A través del mercado de dinero, el banco central puede realizar su función de formulación de políticas de manera eficiente. Por ejemplo, un aumento en las tasas de interés a corto plazo vuelve más atractiva la inversión en instrumentos de deuda y disminuye la demanda de acciones, por lo que el valor de mercado de estas últimas, así como el de otros activos puede disminuir.

Permitir un mejor crecimiento de las industrias

El mercado de dinero proporciona un acceso a las empresas para obtener fondos a corto plazo, ayudando a financiar sus necesidades de capital de trabajo. Debido al gran volumen de transacciones, las empresas pueden experimentar escasez de efectivo relacionada con la compra de materias primas, el pago de empleados o el cumplimiento de otros gastos a corto plazo. A través del papel comercial y los instrumentos de deuda, pueden pedir dinero prestado fácilmente a corto plazo. Aunque el mercado de dinero no ofrece préstamos a largo plazo, influye en el mercado de capitales y también puede ayudar a las empresas a obtener financiamiento a largo plazo. El mercado de capitales compara sus tasas de interés con la tasa de interés prevaleciente en el mercado de dinero.

Brindar autosuficiencia a los bancos

El mercado de dinero proporciona a los bancos un mercado en donde pueden invertir el excedente de sus reservas y ganar intereses mientras mantienen la liquidez. Las inversiones a corto plazo, como los pagarés bancarios, se pueden

convertir fácilmente en efectivo para respaldar los retiros de clientes. Además, cuando se enfrentan a problemas de liquidez, pueden realizar operaciones de reporto<sup>2</sup> con otros bancos como alternativa al endeudamiento del banco central. La ventaja de esto es que dentro de dicho mercado se puede obtener tasas de interés más bajas en préstamos a corto plazo que el banco central.

### 1.2.2. Instrumentos del Mercado de Dinero

El Mercado de dinero está integrado por los siguientes instrumentos de deuda

#### Instrumentos Gubernamentales

**Cetes.** Certificados de la Tesorería de la Federación denominado en moneda nacional, títulos de crédito al portador en los que se consigna la obligación de su emisor, el Gobierno Federal, de pagar su valor nominal al vencimiento.

- Valor Nominal: \$10 pesos, se liquidan en una sola exhibición al vencimiento de la fecha.
- Plazo. Las emisiones suelen ser a 28, 91, 182 y 364 días, aunque se han realizado emisiones a plazos mayores. Su característica principal es ser el instrumento más líquido del mercado.
- Rendimiento. Bonos cupón cero, es decir operan a descuento.
- Garantía. Títulos considerados libre de riesgo (están respaldados por el gobierno federal).

**Udibonos.** Unidades de inversión indexados al INPC<sup>3</sup> que protegen de las alzas inflacionarias a su tenedor.

---

<sup>2</sup> Reporto. Operaciones que reúne dos partes, donde una de las partes (el reportador) compra a la otra (reportado, quien vende) títulos valores públicos o privados, al contado, y simultáneamente establecen la operación inversa de compra/venta ("recompra") a un plazo y precio determinado más una prima. Por un lado, el reportado se beneficia con la liquidez inmediata; por el otro, el reportador se ve beneficiado con la prima acordada.

<sup>3</sup> INPC. Indicador económico global que mide a través del tiempo, la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares mexicanos.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

- Valor Nominal. 100 UDIS.
- Plazo. 3, 10 y 30 años con pagos de cupón cada 6 meses.
- Rendimiento. Operan a una tasa de interés fija real, es decir por encima de la inflación del periodo correspondiente.

**Bondes.** Bonos de desarrollo del Gobierno Federal, son títulos gubernamentales que cotizan a descuento, en moneda nacional y a tasa flotante.

- Valor Nominal. \$100 pesos.
- Plazo. 3, 5 y 7 años.
- Rendimiento. Pago de cupón cada 28 días con una tasa ponderada de CETES.
- Garantía. Gobierno Federal.

**Bonos M.** Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal con una tasa de interés fija determinada en la emisión.

- Valor Nominal. \$100 pesos.
- Plazo. Su vencimiento es 3, 5, 10, 20 y 30 años.
- Rendimiento. Pago de cupones cada 182 días a tasa de interés fija.
- Garantía. Gobierno Federal.

**Bonos BPAS.** Son bonos de protección al ahorro emitidos por el IPAB a través del Banco de México con el fin de hacer frente a sus obligaciones contractuales y reducir gradualmente el costo financiero asociado a los programas de apoyo a ahorradores.

- Valor Nominal. \$100 pesos.
- Plazo. 3 años, 5 y 7 años
- Rendimiento. Se colocan en el mercado a descuento y el pago de sus intereses es igual al plazo de los CETES cada 28, 91 y 182 días. La tasa de interés será la mayor entre la tasa de rendimiento CETES a 28 días y la tasa de interés anual más representativa.
- Garantía. Gobierno Federal.

### Instrumentos de Deuda a Corto Plazo

**Aceptaciones Bancarias.** Letras de cambio en moneda nacional, a descuento, emitidas por empresas, a través de un banco con base en líneas de crédito otorgadas previamente a la empresa emisora. Su objetivo es contar con fuentes de financiamiento de corto plazo, para fortalecer su capital de trabajo.

- Valor Nominal. \$100 pesos.
- Plazo. 7 hasta 182 días.
- Rendimiento. Se fija un porcentaje de puntos base por arriba con respecto a una tasa de referencia que puede ser CETES o TIIE (tasa de interés interbancaria de equilibrio), ya que implica mayor riesgo que un documento gubernamental.
- Garantía. Respaldo con los activos de la empresa.

**Pagarés con Rendimiento Liquidable al Vencimiento (PRLV).** Títulos de corto plazo, emitidos por instituciones de crédito. Ayudan a cubrir la captación bancaria y alcanzar el ahorro interno de particulares

- Valor Nominal. \$1 pesos.
- Plazo. 7 a 360 días de acuerdo con las necesidades de la institución de crédito.
- Rendimiento. Los intereses se pagan a una tasa fija pactada por el emisor, hasta el vencimiento de los títulos.
- Garantía. El patrimonio de la institución de crédito que lo emite.

**Certificados de Depósito Bancario (CD).** Son títulos de crédito nominativos, negociables; emitidos por un banco como reembolso por un depósito de corto a mediano plazo. Instrumento bancario en el que un cliente deposita dinero en una institución de crédito por un período fijo de tiempo con una tasa de interés fija.

- Valor Nominal. \$100 pesos.
- Plazo. 1 a 12 meses.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

- Rendimiento. Se fija una sobre tasa con respecto a una tasa de referencia que puede ser CETES o TIIE (tasa de interés interbancaria de equilibrio), ya que implica mayor riesgo que un bono gubernamental.
- Garantía. Respalados por los activos de la institución de crédito.

**Certificado de Depósito.** Documento que acredita la propiedad de mercancías o de bienes depositados en instituciones financieras, que pueden recibir dichos depósitos. Estos certificados deben mencionar el lugar y la fecha donde se emitan, el nombre y firma del emisor, la suma depositada, el tipo de interés pactado, la fecha para el retiro del dinero y el lugar de pago.

- Valor Nominal. El valor lo establece la institución financiera.
- Plazo. La fecha de vencimiento se establece en la emisión.
- Rendimiento. La tasa de interés se determina para cada emisión, se determina en función de las mercancías o bienes, el historial crediticio de la empresa, el plazo de la emisión y las condiciones de mercado.
- Garantía. Mercancías o bienes depositados en la institución financiera.

**Papel Comercial.** Son pagares negociables sin garantía específica emitidos por sociedades mercantiles y avalados por una institución de crédito, colocados a descuento y a través de una oferta pública, Puede ser emitido por cualquier empresa, esté o no listada en el BMV. Su objetivo es contar con fuentes de financiamiento de corto plazo, para fortalecer su capital de trabajo.

- Valor Nominal. \$100 pesos o sus múltiplos.
- Plazo. Hasta 360 días (generalmente se emite entre 7 y 91 días).
- Rendimiento. La tasa de rendimiento se determina en función de la calificación de la empresa, el plazo de la emisión y las condiciones de mercado. Normalmente la tasa de rendimientos se determina con una sobretasa por arriba de la TIIE.
- Garantía. Puede ser quirografaria, con aval bancario o afianzado.

Las sociedades mercantiles que emiten papel comercial financiarse pueden elegir uno de los siguientes tipos de papel comercial:

- ❖ Quirografario. Es el más común, no cuenta con garantía de algún banco y respaldándose con la solvencia de la misma empresa.
- ❖ Avalado. Garantizado por una institución de banca múltiple.
- ❖ Afianzado. Garantizado mediante una afianzadora.
- ❖ Indizado al tipo de cambio. Puede darse en cualquiera de las tres modalidades mencionadas, denominado en dólares americanos pero pagadero al vencimiento en moneda nacional al tipo de cambio que cotiza en el mercado spot.
- ❖ Vinculado al INPC. Puede llevarse a cabo con alguna de las tres modalidades; sin embargo, su valor nominal se ajustará conforme a la variación del INPC, o bien, estar denominado en UDIs.
- ❖ Indistinto. Pueden emitirse al amparo de una misma línea, pagarés denominados en moneda nacional o indizada al tipo de cambio.
- ❖ Garantía Fiduciaria. Garantizado con bienes muebles, inmuebles o valores, mediante un contrato de fideicomiso<sup>4</sup>.

### 1.3. Mercado de Capitales

Es el lugar donde se llevan a cabo operaciones de compra y venta de títulos de valores. Esto con la finalidad de captar y canalizar la oferta de dinero con la demanda de este; por medio de la emisión de instrumentos financieros como acciones y bonos por parte de compañías, con vencimientos de un año o más. El mercado accionario, otorga a los inversionistas la posibilidad de participar como socios, proporcionalmente a lo invertido, en el capital de las empresas. En

---

<sup>4</sup> Fideicomiso. Es un contrato por medio del cual una persona física o moral, nacional o extranjera; otorga bienes o derechos (valores, derechos de pólizas de seguro, acciones, etcétera) para un fin lícito y determinado, en beneficio propio o de un tercero, encomendando la realización de dicho fin a una institución fiduciaria.

El fideicomiso se encuentra conformado por el fideicomitente, es la persona física o moral que aporta al fideicomiso bienes o derechos de su propiedad, estableciendo condiciones de administración y distribución. El fiduciario, la institución fiduciaria que recibe en propiedad fiduciaria dichos bienes o patrimonio fideicomitado, con la misión de cumplir las disposiciones establecidas por el fideicomitente (fines). Por último, el fideicomisario es la Persona física o moral, nacional o extranjera, que recibe el beneficio del fideicomiso, puede ser el propio fideicomitente o un tercero.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

contraparte, las empresas tienen la posibilidad de colocar parte de su capital entre un gran número de inversionistas, con el propósito de financiar capital de trabajo, fusiones y adquisiciones, ampliar sus operaciones o entrar en nuevos negocios; mientras que en el mercado de bonos las empresas emiten deuda en forma de bonos corporativos y los gobiernos como bonos gubernamentales. El financiamiento obtenido por las emisoras en el mercado de capitales tiene que ser aplicado de acuerdo con los criterios establecidos, a fin de que los recursos se destinen a proyectos que reditúen una rentabilidad a los inversionistas.

**Figura 1.3. Estructura del Mercado de Capitales**



Fuente. Goldman Sachs/Elaboración propia

En esencia, el mercado de capitales conforma otra parte de los mercados financieros para fondos de mediano y largo plazo; propiciando de esta manera, el ahorro interno e impulsado el crecimiento de la producción y la productividad en la economía. La asignación de capital de forma eficiente en diversas empresas puede ser implementado para la creación de puestos de trabajo, construcción de infraestructura, desarrollo de proyectos, y financiamiento para la investigación y el desarrollo de nuevos proyectos. Sin embargo, al ser este un mercado de altos rendimientos derivado de instrumentos emitidos por empresas y diversas instituciones, quienes se encuentran sujetas a la interacción de múltiples variables

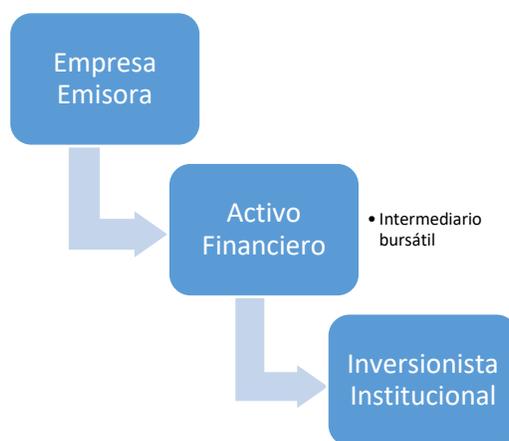
tanto económicas y financieras, además de avances tecnológicos; se debe de estar consciente de que se participa en un mercado de rendimientos variables, en donde no existe garantía de beneficios.

Existen dos tipos de mercados de capital de acuerdo con su emisión y funciones, divididos en mercado primario y mercado secundario.

### 1.3.1. Mercado Primario

Mercado donde se lleva a cabo la creación de acciones e instrumentos de deuda, así como su primera emisión, en donde participa directamente la compañía con los inversionistas institucionales; a estos instrumentos también se les conoce como títulos primarios.

**Figura 1.4 Funcionamiento del Mercado Primario**



Fuente. *Corporate Finance Institute* / Elaboración propia

La colocación por primera vez de estos instrumentos se puede realizar por medio de una oferta pública inicial (OPI). Estas operaciones, brindan una oportunidad para que los inversionistas institucionales compren valores directamente de la institución intermediaria bursátil que realizó la suscripción inicial para una acción en particular. Una OPI ocurre cuando una compañía privada emite acciones al público por primera vez.

Otros tipos de ofertas de mercado primario es la colocación privada y la asignación preferencial. La colocación privada permite a las empresas vender directamente a

inversores más importantes, como casas de bolsa, sociedades de inversión y bancos, sin necesidad de que las acciones estén a disposición del público. Mientras que la asignación preferencial ofrece acciones a inversores seleccionados, a un precio especial no disponible para el público en general.

Previo a la emisión de los instrumentos financieros, las instituciones y compañías emisoras contratan, por una parte, despachos de contabilidad pública responsables de la preparación, revisión y auditoría de estados financieros, trabajo tributario, consultoría en sistemas de contabilidad, fusiones y adquisiciones y captación de capital. Por lo tanto, los despachos de contabilidad pública en el mercado primario no solo ayudan a las corporaciones a obtener capital, sino que también ayudan a preparar, revisar y auditar estados financieros para asegurar una representación justa de su desempeño financiero. Por otra parte, se contrata a intermediarios bursátiles especializados, esto con la finalidad de realizar estudios sobre las condiciones de mercado, el perfil de riesgo y una estructura de inversión, donde la estructura contiene las características del instrumento, de esta manera se aporta información a los inversionistas interesados para que puedan adquirir dicho instrumento con el fin de obtener rendimientos al invertir en ellos.

### **1.3.2. Mercado Secundario**

Es el mercado donde se comercializan libremente instrumentos financieros entre grandes y pequeños inversionistas; dichos instrumentos han sido previamente emitidos en una subasta del mercado primario. Dentro de las operaciones que se realizan por la compra o venta de los títulos de valores en el mercado secundario, las compañías o instituciones emisoras no obtienen financiamiento ya que quedan desligadas de las transacciones que en este se realicen. Sin embargo, este mercado genera la bursatilidad y la liquidez requerida para la colocación de nuevas emisiones; promueve la eficiencia económica, debido a que, en cada venta de un título de valor, un vendedor determina un precio sobrevalorado o con bajas

expectativas de crecimiento de su valor; mientras que un comprador determina un precio subvalorado o con grandes expectativas de crecimiento del valor del título.



Fuente. *Corporate Finance Institute* / Elaboración propia

El mercado secundario es importante por varias razones, ayuda como un indicador de la condición económica de un país, por ejemplo, el aumento o la caída en los precios de las acciones indican un ciclo de auge o recesión económica; además, proporciona un punto de referencia para la valoración de una empresa. El mercado secundario ayuda a impulsar el precio de los valores hacia su valor real a través de la oferta y la demanda.

Dentro del mercado de capitales existen dos clasificaciones para los instrumentos financieros de acuerdo con ciertas características, renta fija y renta variable.

### 1.3.2.1. Renta Fija

Es una clase de inversión compuesta por activos financieros, en donde el emisor está obligado a realizar una serie de pagos en determinada cantidad y en un período de tiempo previamente establecidos, es decir, el emisor garantiza la devolución del capital invertido y una cierta rentabilidad.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

Que la retribución de los títulos se encuentre garantizada por el emisor, no implica que sea una inversión sin riesgo, debido a que el emisor puede no hacer frente a sus compromisos y caer en impago. Aun así, la renta fija es comúnmente una inversión con menor riesgo que la renta variable. Por ello, la rentabilidad esperada de la renta fija suele ser menor.

### Instrumentos de Renta Fija

**Certificados Bursátiles.** Títulos de crédito emitidos por compañías, instituciones o gobiernos, que representan la participación individual de sus tenedores en un crédito colectivo a cargo de personas morales, donde se especifica una serie de información legal; razón social del emisor, objeto de la sociedad o si pertenece a una entidad pública. Esta clase de instrumento otorga mayor seguridad jurídica al inversionista al incluir obligaciones y restricciones, de prepagos de capital y vencimientos anticipados, entre otras ventajas, ya que su emisión es fácil de llevar a cabo, permitiendo la bursatilización de activos de forma más eficiente que los CPO's.

**Certificados de Participación Ordinaria (CPO's).** Títulos de crédito nominativos colocados en el mercado bursátil por instituciones fiduciarias que representan una participación sobre un conjunto de bienes muebles o valores constituidos en fideicomisos y otorgan derechos sobre los productos que se obtengan de esos bienes o valores.

Existen dos tipos de certificados de participación:

- Ordinarios (CPO's). Cuando el fideicomiso está constituido por bienes muebles.
- Inmobiliarios (CPI's). Cuando el fideicomiso está constituido por bienes inmuebles.

De acuerdo con la forma de amortización los certificados pueden ser:

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

Amortizables. Da a sus tenedores, el derecho de una parte proporcional de los futuros o rendimientos correspondientes, como al reembolso de su valor nominal de acuerdo con el valor ajustado que se especifique en el acta de emisión.

No amortizables. Cuando al extinguirse el fideicomiso base de la emisión, la sociedad emisora no entrega el valor nominal, en su lugar adjudica o vende los bienes que integran el fideicomiso distribuye entre los tenedores del certificado la cantidad neta de la venta.

- Valor Nominal. \$100 pesos
- Plazo. 3 a 7 años.
- Rendimiento. La tasa de interés se determina para cada emisión, se determina en función de la calificación de la empresa, el plazo de la emisión y las condiciones de mercado.
- Garantía: Bienes que integran el fideicomiso.

### 1.3.2.2. Renta Variable

Es un tipo de inversión conformada por activos financieros en los que no se encuentra garantizado la devolución del capital invertido ni la rentabilidad del activo. Cuando se adquiere un instrumento de renta variable se desconoce la tasa de rendimiento, es decir se desconoce el ingreso que se obtendrá. En la renta variable, caso contrario de la renta fija, no se conocen los flujos de caja futuros por parte de la empresa, incluso puede que la rentabilidad sea negativa, perdiéndose capital con la inversión.

#### Instrumentos de Renta Variable

**Acciones Ordinarias.** Instrumento representativo de una parte del capital social en que se divide una sociedad anónima bursátil. Conceden los mismos derechos y obligaciones a todos los accionistas, teniendo el derecho de voz y voto en las

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

asambleas de accionistas, asimismo en la repartición de dividendos de forma proporcional cuando la empresa obtenga utilidades o incurrir en las pérdidas que pueden generarse.

Cuando se emiten acciones, los rendimientos para el inversionista que las ha adquirido se presentan de dos formas:

**Dividendos:** Es el pago correspondiente al reparto de las utilidades que generó la empresa debido a su operación, en un periodo de tiempo, generalmente un año.

**Ganancias de capital:** Es la diferencia entre el precio al que se compró la acción y el precio al que se vendió, en un periodo de tiempo. Dentro de las ganancias de capital no existe un plazo de vencimiento, pues la decisión de vender o mantener el activo depende exclusivamente en el tenedor. El precio de una acción está en función del desempeño de la empresa emisora y de las expectativas de mercado que existen sobre su crecimiento y situación financiera.

Para calcular la rentabilidad total de las acciones se utiliza la siguiente formula:

$$Rt = \frac{Div}{Po} + \frac{(P_1 - Po)}{Po}$$

*donde:*

*Rt. Rendimiento de la acción en un período determinado*

*Div. Dividendo del período determinado*

*Po. Precio de compra de la acción*

*P<sub>1</sub>. Precio de la acción en el momento de la valuación*

El valor de una acción puede ser valorada con base en:

**Valor Nominal:** Es la representación contable del valor de las acciones ordinarias de una empresa en su balance. Se determina dividiendo el capital social entre el número de acciones de la empresa.

**Valor Contable:** Es el valor final que tendría el título accionario en caso de que la compañía fuera liquidada en un día haciendo frente a sus pasivos previamente.

$$\text{Valor Contable} = \frac{(\text{Activo Total} - \text{Pasivo Total})}{\text{Total de Acciones}}$$

**Acciones preferentes.** Acciones que se caracterizan por darle al accionista algún valor adicional o ciertos privilegios. Generalmente tienen preferencia sobre los accionistas comunes con respecto a la distribución de utilidades y sobre la liquidación de activos en caso de quiebra. Una de las preferencias más comunes es la de estipular un porcentaje de tasa sobre utilidades, el cual se repartirá o acumulará a pesar de que la compañía incurra en pérdidas en el ejercicio fiscal.

No tienen derecho a voto en las asambleas de accionistas, a menos que se estipule lo contrario; la proporción de acciones de este tipo en el capital contable de una empresa normalmente es pequeña.

**Valores Estructurados.** Son valores generalmente documentados a través de certificados bursátiles, con o sin obligación de pago del principal o intereses, emitidos por fideicomisos, entidades financieras o cualquier otra sociedad que conforme a las leyes aplicables se encuentre facultada para tal efecto, cuyo rendimiento y, en su caso, pago del principal, se encuentra referido al comportamiento de uno o varios subyacentes, con independencia de la naturaleza de los títulos o documentos en los que consten (CNBV, 2018).

**Fideicomisos de Bienes y Raíces (Fibras).** Título fiduciario para el financiamiento de bienes raíces. Vehículos dedicados a la inversión en bienes inmuebles, ya sea para su construcción o adquisición. Otorgan el derecho de recibir los ingresos provenientes del arrendamiento de dichos bienes, es decir el rendimiento parcial o total se encuentra vinculado a los activos que integran el fideicomiso.

Adicionalmente, otras características de estos instrumentos son:

- No hay obligación de pago del valor nominal ni de intereses derivados por la inversión realizada.

## Capítulo I. Mercados de Dinero y de Capitales

---

- Los flujos de efectivo son variables, se encuentran vinculados al resultado generado de las rentas de los inmuebles.
- Se realiza una transferencia de los derechos o de la titularidad de los bienes que conforman los activos del fideicomiso.
- Al menos el 70% de los activos que conforman el fideicomiso deben estar invertidos en bienes raíces destinados al arrendamiento.
- Se deberán listar como instrumentos de capital en el mercado de valores.
- No cuentan con calificación crediticia.

**Títulos Referenciados a Activos de Capital y Deuda (Trac's).** Vehículos de inversión que buscan replicar el comportamiento de un activo financiero subyacente o un conjunto de ellos, dicho de otra forma, tienen el objetivo de obtener un desempeño igual o muy similar a un índice de referencia (benchmark). Estos instrumentos permiten a los inversionistas tener exposición a mercados internacionales, materias primas, índices bursátiles, entre otros.

Los trac's cotizan en bolsa y operan al igual que lo hace una acción; las principales características son:

- Una cotización continua de precios
- Ventas en corto y apalancamiento financiero
- Dan mayor profundidad, liquidez y mayores opciones de inversión a los inversionistas.
- Proporcionan diversas estrategias para la construcción de portafolios de inversión
- Tienen mejor eficiencia operativa de bajo costo comparado con fondos de inversión indizado

**Certificados de Capital de Desarrollo (CKDs).** Certificados de largo plazo, a 10 años o mayores; diseñados para canalizar recursos y orientarlos al financiamiento de uno o varios proyectos de inversión a sectores y actividades como infraestructura, inmobiliario, industrial y de servicios. El rendimiento se encuentra

vinculado a los bienes o activos subyacentes que conforman el fideicomiso, por lo tanto, los flujos de efectivo son variables e inciertos, dependiendo de cada proyecto en particular.

**Mercado Global.** Conocido como el Sistema Internacional de Cotizaciones (SIC), es una plataforma que permite invertir en acciones y *Exchange Traded Funds* (ETFs) cuyos valores fueron listados en otras partes del mundo. El Mercado Global Bolsa Mexicana es un mecanismo diseñado para listar y operar, en el ámbito de la Bolsa Mexicana de Valores, bajo el esquema regulatorio y operativo del Sistema Internacional de Cotizaciones (SIC), valores que no fueron objeto de oferta pública en México, que no se encuentran inscritos en la Sección de Valores del Registro Nacional de Valores, y que se encuentran listados en mercados de valores extranjeros que han sido reconocidos por parte de la CNBV o cuyos emisores hayan recibido el reconocimiento correspondiente por parte de la citada Comisión. Mecanismo diseñado para listar y operar, en el ámbito de la BMV, valores que no fueron objeto de oferta pública en México y que se encuentran listados en mercados de valores extranjeros que han sido reconocidos por la CNBV, o cuyos emisores hayan recibido un reconocimiento correspondiente por parte de la citada Comisión.

## **Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados**

### **2.1. Mercado de Valores en México**

El mercado de valores es el conjunto de mecanismos financieros que permiten realizar la emisión, colocación y distribución de instrumentos financieros, que sean objeto de oferta pública o de intermediación.

El mercado de valores en México es una parte integral del sector financiero del país, se encuentra relacionado con dos aspectos elementales de la actividad económica que son el ahorro y la inversión. Generalmente puede ser considerado como un indicador de la actividad económica, sin embargo, para que pueda influir en el crecimiento y el desarrollo económico, debe generar sinergias con el sector productivo del país; contribuyendo a captar el ahorro para posteriormente canalizarlo hacia compañías y otras entidades como las bancarias, a través del financiamiento. Asimismo, del lado de los ahorradores e inversionistas, debe crear oportunidades de diversificación para invertir, con la posibilidad de obtener tasas de rendimiento acordes a los niveles de riesgo que se esté dispuesto a asumir. Este mercado tiene la tarea de que la asignación de recursos se realice de manera libre, eficiente, competitiva, equitativa y transparente, atendiendo a ciertas reglas establecidas previamente por todos los participantes de este.

Existen varias definiciones sobre el concepto de mercado de valores, a continuación, por ejemplo, el Banco de México (2018) lo define como, aquél en donde se llevan a cabo las transacciones de títulos realizados por los intermediarios bursátiles, quienes captan los recursos provenientes de ahorradores e inversionistas, nacionales y extranjeros; aplicándolos a una amplia gama de valores que responden a las necesidades de financiamiento de empresas emisoras, instituciones de crédito y organismos gubernamentales

Es importante destacar que el término “valores” se encuentra definido por la Ley del Mercado de Valores como las acciones, partes sociales, obligaciones, bonos, títulos opcionales, certificados, pagarés, letras de cambio y demás títulos de crédito, nominados o innominados, inscritos o no en el Registro Nacional de Valores, susceptibles de circular en los mercados de valores, que se emitan en serie o en masa y representen el capital

social de una persona moral, una parte alícuota de un bien o la participación en un crédito colectivo o cualquier derecho de crédito individual, en los términos de las leyes nacionales o extranjeras aplicables (CNBV, 2018).

El concepto brindado de mercado de valores es amplio y se acerca más al de mercado de capitales, dentro del cual se puede encontrar a la institución mercado de valores como una de las que conforman, en conjunto, el mercado de capitales.

El mercado de valores se conforma como un sustituto del financiamiento y otros servicios que proporcionan las instituciones de crédito relacionadas con los rubros de ahorro e inversión, no obstante, debido a la complejidad de su estructura y al dinamismo con el que se llevan a cabo las transacciones; las inversiones se encuentran sujetas a un mayor grado de riesgo debido a la variabilidad en los precios de los activos financieros en tiempo real. Es aquí donde el tema de regulación de los mercados financieros vuelve a tomar relevancia otorgando certeza a los participantes y minimizando el nivel de volatilidad, para que esta sea reflejo solo de las condiciones inherentes a los mercados.

### **2.1.1. Participantes del Mercado de Valores**

Los participantes en el mercado de valores nacional son los siguientes:

Emisores

Entidades económicas que necesitan de financiamiento para llevar a cabo diversos proyectos y que cumplen con los requisitos de inscripción y operación establecidos por las autoridades, asegurando el correcto desempeño y las buenas prácticas dentro del mercado, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Empresas Industriales, Comerciales y de Servicios
- Instituciones Financieras
- Gobierno Federal
- Gobiernos Estatales
- Instituciones u Organismos Gubernamentales

### Intermediarios del Mercado de Valores

#### Casas de Bolsa

Son sociedades anónimas que actúan como intermediarios directos en las transacciones de valores; negocian y realizan operaciones de compra y venta de títulos de valores por cuenta propia o de terceros, además de gestionar y administrar portafolios de inversión.

Algunas de sus funciones son las siguientes:

- Celebrar operaciones de compra y venta, reperto y préstamo de valores, actuando por cuenta propia o de terceros.
- Proporcionar el servicio de custodia y administración de valores, depositando los títulos en la propia casa de bolsa, en una institución para el depósito de valores o, en su caso, depositándolos en la institución que cuente con permiso de la CNBV.
- Proveer de liquidez como formador de mercado, manteniendo constantemente posturas de compra y de venta estableciendo precios de referencia.
- Recibir préstamos o créditos de instituciones de crédito o de organismos de apoyo al mercado de valores, para la realización de las actividades que les sean propias.
- Conceder préstamos o créditos para la adquisición de valores con garantía de éstos.
- Prestar asesoría en materia de valores.
- Ofrecer a inversionistas operaciones con derivados, divisas y metales.

#### Fondos de Inversión

Son sociedades anónimas que funcionan como vehículos de inversión. Se componen del capital captado de diversos inversionistas, esto con el objetivo de obtener rendimientos de la cartera de valores, la cual se conforma con la adquisición de títulos de valores, cuyo valor forma parte del capital social del fondo de inversión, el cual está representado por acciones o partes sociales.

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

---

La elección de los títulos de valores se selecciona con base a la estructura del fondo, es decir, si es un fondo de renta variable, de renta fija, mixto, etcétera; también se considera el plazo de la inversión, que puede ser corto, mediano y largo, así como la diversificación del riesgo.

Los fondos de inversión cumplen los siguientes objetivos fundamentales:

- Ayudar a mitigar las variaciones por movimientos propios del mercado, a través de la diversificación sin dejar de brindar la posibilidad de obtener rendimientos.
- Menores costos de entrada al mercado de valores, desde montos relativamente bajos comparados con los recursos invertidos directamente en diferentes instrumentos.
- Dar acceso a los pequeños y medianos inversionistas al mercado de valores.
- Fortalecer y descentralizar el mercado de valores.
- Fomentar el ahorro interno.

### Sociedades Operadoras y Distribuidoras de Fondos de Inversión

Son entidades autorizadas por la CNBV para prestar a los fondos de inversión, entre otras sociedades, servicios para administrar las carteras de valores, distribuir las acciones de dichos fondos, proporcionar promoción, asesoría a terceros y la celebración de operaciones compra y venta o inversión de activos objeto de inversión a nombre y por cuenta del fondo de inversión y de terceros, ajustándose a lo establecido en la Ley del Mercado de Valores. Tales entidades cuentan con todo tipo de facultades y obligaciones para administrar, como si se tratara de un apoderado con poder general para realizar actos de tal naturaleza.

### Otros Participantes del Mercado de Valores

#### Instituto para el Depósito de Valores (INDEVAL)

Es una sociedad anónima de capital variable, creado con el objetivo de prestar servicios de custodia, administración, compensación, liquidación y transferencia de valores, para que no sea necesario el traslado físico.

### Registro Nacional de Valores e Intermediarios (RNVI)

El Registro Nacional de Valores e Intermediarios está a cargo de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, en él se registran los valores objeto de ofertas públicas e intermediación en el mercado de valores. Contiene información relativa a la oferta pública en el extranjero, de valores emitidos en México o por personas morales mexicanas, directamente o a través de fideicomisos o figuras similares o equivalentes.

### Calificadoras de Valores

El objeto de estas empresas es realizar un dictamen, sobre el estudio, análisis, opinión, evaluación de la calidad crediticia de una entidad o de una determinada emisión. La calificación refleja la opinión de la calificadora sobre la probabilidad de pago de la emisora, para lo cual toma en cuenta tanto aspectos cuantitativos (estados financieros y flujos de caja) como cualitativos (liderazgo en el mercado, estrategia de negocios, recursos humanos). La calificación no es una garantía de que la empresa va a cubrir sus deudas, pero reduce el riesgo. Las emisoras pueden tener diferentes calificaciones en cada emisión.

### 2.1.2. Marco Regulatorio del Mercado de Valores (Vigente)

Las leyes aplicables y la normatividad para regular el mercado de valores, puede clasificarse en especiales, generales y por disposiciones secundarias, a continuación, se hace mención de cada una de ellas.

#### Especiales

- **Ley del Mercado de Valores (LMV).** La presente Ley regula a los valores, su oferta pública e intermediación, las actividades de las sociedades anónimas que intervienen en el mercado de valores, el Registro Nacional de Valores y las autoridades y servicios en materia de mercado de valores.
- **Ley de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores.** Ordenamiento que define la naturaleza, objeto y facultades de la CNBV. Tiene como finalidad mejorar la

calidad de la supervisión por parte del gobierno a las entidades prestatarias de servicios financiero que operan en el país.

- **Ley de Sociedades de Inversión (LSI).** Tiene por objeto regular la organización y el funcionamiento de las sociedades de inversión, la intermediación de sus acciones en el mercado de valores, así como los servicios que deberán contratar para el correcto desempeño de sus actividades (CNBV, 2018).
- **Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros.** Tiene por objeto la defensa y protección de los usuarios de servicios financieros prestados por instituciones públicas y privadas, autorizadas por la SHCP. Esta ley regula la organización, procedimientos y funcionamiento de la CONDUSEF

### Generales

- **Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito.** Esta ley reglamenta los actos y operaciones relativos a la emisión, expedición, endoso, aval, aceptación y otras actividades que se realicen con los Títulos de Crédito.
- **Ley General de Sociedades Mercantiles.** Esta ley regula la constitución, organización y objetos sociales de las sociedades mercantiles.

### Disposiciones Secundarias

- **Circulares de la CNBV.** En las diferentes leyes del sistema financiero se faculta a la CNBV para interpretar a efectos administrativos los preceptos de estas y para facilitar su adecuada aplicación.

Circulares Expedidas por la CNBV:

Circular Única para Casas de Bolsa

Circular Única para Emisoras

Circular Única para Sociedades de Inversión

- **Circulares del Banco de México.** Son recomendaciones a las disposiciones de carácter general en las que se establece la interpretación que el Banco de México

realiza sobre las leyes aplicables a instituciones de crédito, casas de bolsa, sociedades de inversión y otras entidades financieras.

### **2.2. Bolsa Mexicana de Valores (BMV)**

La Bolsa Mexicana de Valores es una sociedad anónima de capital variable; opera con apego a la LMV y bajo el título de concesión otorgado por la SHCP. Desempeña la función de entidad organizadora del mercado de valores, proporcionando la infraestructura, los mecanismos y servicios necesarios que tienen como propósito facilitar las operaciones (emisión, colocación e intercambio) con valores, títulos de crédito y demás documentos inscritos en el RNVI. La BMV no compra ni vende valores, sino que permite la realización de estas transacciones, la cuales se encuentran a cargo de sus accionistas, las casas de bolsa.

La Bolsa Mexicana de Valores se compone de 3 mercados: Capitales, Mercado de Capital de Desarrollo CKDes y Mercado de Deuda. Además, del Motor de Negociación Transaccional (MoNeT), al que tienen acceso sus usuarios las casas de bolsa para la formulación de posturas y concertación de operaciones, con la modalidad para Mercado de Capitales y Mercado de Dinero.

#### **2.2.1. Esquemas de Negociación**

La operación de valores dentro de la BMV se realiza durante la sesión de remates<sup>5</sup> de lunes a viernes, con horario de 8:30 a 15:00 horas para los instrumentos de renta variable, y de 8:00 a 14:30 horas para los instrumentos de renta fija. Si por alguna circunstancia existe un cambio en el horario, la BMV debe anunciarlo cuando menos con 5 días hábiles antes de dicho cambio.

Dentro de la BMV existen dos esquemas de operación para poder transaccionar valores; bajo la modalidad de subasta continua y por subasta de apertura.

---

<sup>5</sup> Sesión de remates. Periodo durante el cual se llevan a cabo las operaciones bursátiles en la BMV.

### Subasta Continua

La operación continua es el procedimiento a través del cual, las órdenes<sup>6</sup> pueden ingresarse y las operaciones perfeccionarse<sup>7</sup> en cualquier momento durante el horario de la sesión de remates.

Reglas generales de operación de la modalidad de subasta continua son:

- Las órdenes de compra y de venta que generan una asignación preliminar no podrán modificarse.
- Al término de la subasta las órdenes no asignadas permanecerán en el libro de órdenes, en espera de una nueva orden que produzca el inicio de una nueva Subasta Continua.
- Si después de las 14:00 horas, no existen órdenes que coincidan en precio, la subasta se declara desierta por el resto de la sesión de remate.

### Subasta de Apertura

La operación por subasta es el procedimiento en el cual las órdenes sólo pueden ingresarse, modificarse y cancelarse dentro del período de subasta. El horario de la subasta es de 8:00 a 8:29:59 horas, tanto para renta variable como renta fija. Antes de que inicie la subasta de apertura existe un período de 10 minutos para cancelación de órdenes de 7:50 a 7:59:59 horas. Mientras que el horario de operación de la BMV es de las 8:00 a 15:00 horas, de lunes a viernes en los días hábiles del año.

Una vez concluida el periodo por subasta, las órdenes ingresadas durante el horario establecido que no hayan sido asignadas; perfeccionarán una operación conforme a los siguientes criterios:

---

<sup>6</sup> Instrucción por parte de un inversionista a una casa de bolsa o banco para abrir o cerrar una operación.

<sup>7</sup> Perfeccionar operación. Encontrar una oferta igual, pero en el sentido contrario.

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

---

- Se considerarán todas las órdenes ingresadas en el libro electrónico de posturas respectivo.
- Se buscará la negociación al mejor precio posible del mayor volumen de valores.
- Se otorgará prioridad a las órdenes que tengan mejor precio.
- En caso de igualdad de precio entre varias órdenes se observará el principio de “primero en tiempo, primero en derecho”.
- En caso de que una postura indique un volumen que no pueda ser negociado en su totalidad, se perfeccionará hasta por el máximo volumen posible.

### Beneficios de los esquemas de operación.

- Ofrece al mercado en general condiciones que promueven la liquidez, mejoran la formación de precios y propicia una participación más activa de los inversionistas.
- Pone a disposición de los participantes del mercado un mecanismo ágil y dinámico que favorece el envío de órdenes al libro de órdenes, incrementando las oportunidades para realizar operaciones. Al mismo tiempo reduce las interrupciones en la cotización de las acciones por variaciones extraordinarias en sus precios.
- Permite mejorar las condiciones y formas en que las casas de bolsa prestan sus servicios para atender de manera más eficaz las órdenes de sus clientes y participar más fácilmente en operaciones de volumen.
- Los Emisores tienen una mayor eficiencia en el soporte transaccional para sus títulos accionarios. Además de facilitar el mantenimiento de los requisitos de listado en la BMV.
- Permite mejorar la función de monitoreo y vigilancia que realiza la BMV para asegurar condiciones de equidad y transparencia en la operación.

Para determinar los valores que serán negociados a través de los diferentes esquemas de operación a que se refiere esta sección, la BMV podrá tomar en cuenta, entre otros, los siguientes criterios:

- Bursatilidad.

- Formación de precios.
- Volatilidad.
- Transparencia.
- Evitar condiciones desordenadas de mercado o manipulación de precios.
- Historial de operación, antecedentes de la Emisora en cuanto al grado de cumplimiento de sus obligaciones frente al mercado y avances significativos en la corrección del incumplimiento a los requisitos de mantenimiento del listado a que se refiere este Reglamento (BMV, 2015).

### **2.2.2. Sistema MoNeT**

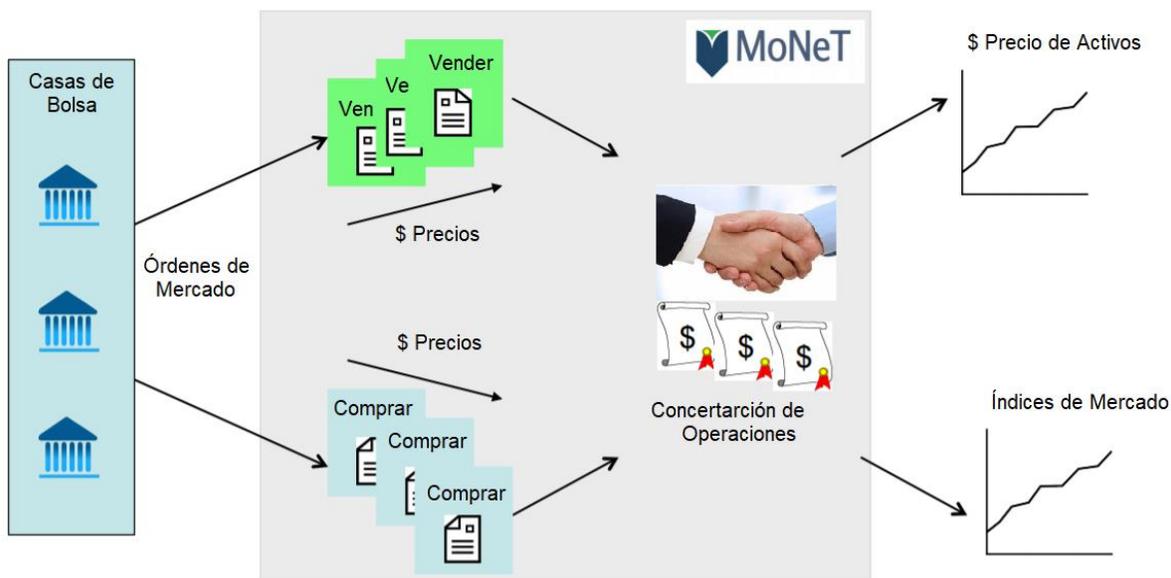
En 2006, como resultado de los cambios en la forma en que los inversionistas emiten nuevas órdenes, la BMV enfrentó un gran reto; la evolución e implementación de las nuevas tecnologías trajeron consigo mismo un aumento exponencial en el número de transacciones recibidas por el mercado bursátil mexicano.

A medida que los inversionistas adoptaron estas nuevas herramientas tecnológicas para implementar algoritmos electrónicos y automatizar programas para comprar, vender y cancelar órdenes, la BMV se encontraba evaluando cómo responder ante los exigentes desafíos comerciales y los avances tecnológicos. Entre 2006 y 2013 la BMV ejecutó un amplio plan de evolución tecnológica que incluyó una inversión de aproximadamente 15 millones de dólares para su diseño, construcción y puesta en marcha. Este plan integral de renovación tecnológica tuvo como prioridades el diseño de un nuevo sistema que girara en torno al cumplimiento de una mayor eficiencia consecuencia del aumento en la demanda, un nuevo sistema escalable, que posibilitara una mejora futura sin necesidad de reemplazar el sistema por completo, asimismo un sistema que permitiera a los intermediarios de los mercados financieros en México negociar sus transacciones a una mayor velocidad, implementando tecnología de alto rendimiento.

El 3 de septiembre de 2012 fue liberado el nuevo Motor de Negociación Transaccional (MoNeT) de la BMV, con el propósito de elevar la capacidad de transacción, mejorar la competitividad del mercado mexicano, y colocarlo a la vanguardia de las principales

bolsas del mundo. La liberación del proyecto otorgó mayor estabilidad y seguridad al mercado de valores en México, un claro ejemplo de ello son las órdenes, que se ingresan durante la sesión de remates y se registran en centésimas de segundos. Las operaciones se cierran o se ingresan a través de los formatos que aparecen en pantalla, en los que se especifica: la emisora, serie, cantidad y el precio de los valores que se desean para comprar o vender, con lo que existe una certeza total de quién ofertó primero en cada transacción.

**Figura 2.1 Interacción MoNet y Casas de bolsa**



Fuente. BMV, (2015)

La sesión de remates se lleva a cabo en dicha plataforma tecnológica, MoNeT fue desarrollado en conjunto por el Instituto de Ingeniería de Software de la universidad de Carnegie Mellon, la División de Tecnología de la BMV e Intel, este último proporcionando a la BMV el equipo y hardware que incluyó servidores físicos, así como acceso remoto al *Intel Faster Lab*. Utilizando el hardware de Intel, la BMV pudo efectuar pruebas internas que permitieron realizar innumerables y detallados estudios y evaluaciones; el objetivo fue probar diversas tecnologías e identificar la plataforma de software que permitiera la ejecución más rápida y efectiva de órdenes.

El sistema MoNeT consiste en una red de comunicación electrónica que funciona a través de dos servidores principales y un sistema que recibe la carga de trabajo de

producción en tiempo real, además de funcionar como una copia de seguridad en caso de desastre en el centro primario. Adicionalmente, el sistema cuenta con filtros para prevenir el ingreso de operaciones erróneas por parte de diversos participantes.

Este sistema, totalmente descentralizado y automatizado, cuenta con cientos de algoritmos y servidores, responsables de procesar hasta 100,000 transacciones diarias en millonésimas de segundos.

Entre los principales atributos de MoNeT destacan:

- Mayor velocidad con la que atiende una transacción de mercado (90 microsegundos);
- Mas capacidad en el número de transacciones (hasta 100,000 por segundo),
- Incorporación de nuevos filtros de mercado.
- Mayor diversidad y tipos de órdenes
- Simplificación de cruce de operaciones, y
- Modernización en reglas de operación <sup>8</sup>

Asimismo, para potenciar el uso de MoNeT, en conjunto con la división comercial tecnológica de NYSE Euronext<sup>9</sup>, se puso en marcha la última generación de infraestructura transaccional, conectividad global, portales de control de riesgo personalizados y distribución de productos de información para inversionistas extranjeros que deseen operar en los mercados mexicanos. De esta forma, se permite transaccionar con un mayor número de participantes internacionales más sofisticados, generando mayor dinamismo y profundidad en el mercado nacional.

El área de Control Operativo monitorea la sesión de remate, cuenta con un estricto registro de todos los movimientos, los usuarios, las políticas y los parámetros dentro del sistema. El personal de esta área cuenta con dos clases de pantallas para facilitar la supervisión del mercado

---

<sup>8</sup> (BMV, 2012) tomado de: <https://www.bmv.com.mx/docs-pub/informeAnual/00y463k46h3xs3qh4yd3.pdf>

<sup>9</sup> Bolsa de valores europea, surge de la fusión entre el Euronext y la NYSE; es un operador global de mercados financieros y proveedor de soluciones comerciales. Cuenta con una amplia gama de productos y servicios en acciones, derivados, datos de mercado, soluciones de tecnología comercial y comercio de carbono.

El diseño y las características técnicas del sistema, así como las reglas de operación a las que se sujetan en todo momento sus usuarios, son consistentes con lo establecido en el Reglamento Interior de la Bolsa de Valores, la Ley del Mercado de Valores y las disposiciones de carácter general (circulares) emitidas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

### **2.2.3. S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones (S&P/BMV IPC)**

El S&P Dow Jones Índices tras una alianza firmada con la BMV en mayo de 2015; es el nuevo responsable de comercializar la licencia de los índices bursátiles, la información al cierre de estos, así como determinar la metodología para la creación de nuevos índices y la actualización de los ya existentes dentro de la BMV. Por su parte la BMV comercializa la información de los índices en tiempo real. Por último, como parte del acuerdo, todos los índices de BMV usarán conjuntamente la marca S&P.

De acuerdo con José-Oriol Bosch, Director General de la BMV, esta alianza estratégica ofrece a los índices mexicanos mayor visibilidad global e incrementa la base de clientes. También representa una oportunidad para incrementar el flujo de operación hacia el mercado mexicano como resultado de la innovación de productos y la creación de nuevos activos de inversión (Pérez, N. 2015, Finamex).

La firma estadounidense, generadora del índice S&P 500, calcula y difunde más de un millón de índices diariamente y cuenta con más de 600 ETF ligados a sus productos. En total, los activos ligados a sus índices superan 1.9 billones de dólares (Forbes, 2015).

S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones (S&P/BMV IPC) es el índice más importante de la BMV. Opera con base desde octubre de 1978, concentrando a las 35 emisoras más grandes y líquidas del Mercado de Capitales en México.

El S&P/BMV IPC es el principal indicador del Mercado de Valores en el país; representa el rendimiento del mercado accionario mexicano con base en las variaciones de precios de una muestra representativa, ponderada y balanceada del conjunto de Emisoras que cotizan en la BMV. El S&P/BMV IPC, tiene como principal objetivo, constituirse como un

indicador que exprese el comportamiento del mercado accionario y sirva de referencia y subyacente de instrumentos financieros.

El S&P/BMV IPC se calcula mediante la capitalización de mercado promedio ponderado a través de la siguiente formula:

$$\text{S\&P/BMV IPC} = \frac{\sum_i^n P_{i,t} * Q_{i,t}}{\sum_i^n P_{i,0} * Q_{i,0}} * IWF_{i,t} = \frac{\sum_i^n P_{i,t} * Q_{i,t}}{\text{Divisor}_{\text{valorbase}}} * IWF_{i,t},$$

donde:

$P_{i,t}$  = Precio de la Emisora  $i$  en el tiempo  $t$

$Q_{i,t}$  = Acciones de la Emisora  $i$  en el tiempo  $t$

$P_{i,t}$  = Precio de la Emisora  $i$  en el tiempo  $t$

$P_{i,0}$  = Precio de la Emisora  $i$  en el tiempo 0

$Q_{i,0}$  = Acciones de la Emisora  $i$  en el tiempo 0

$\text{Divisor}_{\text{valorbase}}$  = Valor inicial de mercado / fecha base 29 octubre de 1978.

$IWF_{i,t}$  = Factor de acciones flotantes de la Emisora  $i$  en el tiempo  $t$

$\forall t \geq 0$

La capitalización de mercado promedio ponderado es un índice de referencia construido sobre la capitalización de mercado de diversas series accionarias en circulación. Es decir, es un índice basado en la capitalización de mercado<sup>10</sup> de las compañías, en donde las compañías con mayor capitalización representarán e influirán en un porcentaje mayor dentro de dicho índice que las compañías de menor capitalización. Esto significa que el movimiento del índice dependerá fuertemente de un reducido conjunto de compañías. Por ejemplo, las 5 principales emisoras de la BMV: América Móvil, FEMSA, Banorte,

---

<sup>10</sup> La capitalización de mercado, valor total de una compañía en pesos mexicanos y se obtiene multiplicando el número de acciones que se encuentran en circulación por el precio actual de las acciones de esa compañía.

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

Cemex y Televisa; combinan prácticamente el 50% del S&P/BMV IPC; mientras que, Genomma Lab, Lala, Banregio, Nemark y Alpek empresas con menor capitalización de mercado representan menos del 2% del S&P/BMV IPC.

**Tabla 2.2 Muestra del S&P/BMV Índice De Precios Y Cotizaciones:**

No.	NOMBRE DE LA COMPAÑÍA	TICKER	PONDERACIÓN
1	América Móvil SAB de CV L	AMX L	12.5%
2	Fomento Económico Mexicano S.A.B. de C.V.	FEMSA UBD	12.3%
3	Grupo Financiero Banorte O	GFNORTE O	9.6%
4	Cemex SA CPO	CEMEX CPO	8.0%
5	Grupo Televisa SAB CPO	TLEVISA CPO	7.3%
6	Walmart de México SAB de CV	WALMEX *	6.9%
7	Grupo México SAB de CV B	GMEXICO B	6.7%
8	Alfa SA A	ALFA A	2.8%
9	Coca-Cola Femsas SAB de CV L	KOF L	2.5%
10	Grupo Aeroportuario del Pacífico, S.A.B. de C.V.	GAP B	2.5%
11	Grupo Aeroportuario del Sureste SAB de CV B	ASUR B	2.4%
12	Banco Santander México B	SANMEX B	2.1%
13	Gruma SAB B	GRUMA B	1.8%
14	Arca Continental, SAB de CV	AC *	1.7%
15	Grupo Bimbo S.A.B.	BIMBO A	1.7%
16	Grupo Financiero Inbursa O	GFINBUR O	1.6%
17	Infraestructura Energética Nova S.A.B. de C.V.	IENOVA *	1.6%
18	Kimberly Clark de México S.A.B. de C.V. A	KIMBER A	1.6%
19	Mexichem SAB de CV	MEXCHEM *	1.6%

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

20	Grupo Elektra S.A.B. de C.V.	ELEKTRA *	1.5%
21	Industrias Penoles	PE&OLES *	1.4%
22	Promotora y Operadora de Infraestructura SAB de CV	PINFRA *	1.4%
23	Grupo Aeroportuario del Centro Norte, S.A.B. de C.V.	OMA B	1.1%
24	El Puerto de Liverpool SAB de CV	LIVEPOL C-1	1.0%
25	Alea SA	ALSEA *	0.9%
26	Gentera SAB de CV	GENTERA *	0.9%
27	Grupo Carso SAB de CV	GCARSO A1	0.9%
28	Megacable Holdings SAB de CV	MEGA CPO	0.8%
29	Becele, S.A. De C.V.	CUERVO *	0.6%
30	Controladora Vuela Compañía de Aviación S.A.B. de C.V.	VOLAR A	0.6%
31	Genomma Lab Internacional SA de CV	LAB B	0.5%
32	Grupo Lala S.A.B. de C.V.	LALA B	0.5%
33	Banregio Grupo Financiero SA de CV	GFREGIO O	0.4%
34	Nemak S.A.B. de C.V.	NEMAK A	0.3%
35	Alpek S.A.B. de C.V.	ALPEK A	0.2%

Fuente: BMV/Elaboración Propia. Datos al 28 feb, 2018<sup>11</sup>.

### 2.2.4. Metodología de Selección de la Muestra del IPC

La metodología que se utiliza para realizar el proceso de selección de la muestra establece los siguientes filtros:

<sup>11</sup> BMV, (2017). Tomado de: <https://www.bmv.com.mx/es/indices/principales/>

### Historial de Operación:

- Las series accionarias deberán contar con un 95% de días de negociación en los últimos seis meses con respecto a la fecha de reconstitución de la muestra.
- Las emisoras tendrán que tener un historial de negociación de al menos tres meses previos a la revisión del índice.
- Para series accionarias con un historial menor a seis meses (por ejemplo, Ofertas Públicas Iniciales), el criterio del 95% de días operados se aplica al historial vigente de la emisión.

### Factor de Acciones Flotantes:

Para formar parte del índice, las series accionarias deben tener un factor de acciones flotantes<sup>12</sup> de al menos 0.10.

### Valor de Capitalización:

- Las empresas deberán tener al menos 10,000 millones de pesos en valor de capitalización de mercado flotante calculado con base al precio promedio ponderado.
- Para permanecer dentro del S&P/BMV IPC, las emisoras deberán registrar un valor de capitalización flotante de 8,000 millones de pesos, en caso de que no se logre completar la muestra bajo este parámetro, se estimará una media mensual del importe operado durante un semestre.

### Ponderación

- Una emisora no puede superar el 25% de la ponderación de la muestra.
- Las cinco emisoras más grandes no pueden tener más del 60% de ponderación de la muestra.

---

<sup>12</sup> Factor de Acciones Flotantes. Cantidad de acciones que se encuentran disponibles para su negociación entre el público inversionista. Por ejemplo, si para alguna serie accionaria, el 15% de las acciones se encuentran retenidas y el otro 85% son públicas, el factor flotante será de 0,85, por lo que la capitalización de mercado de la empresa se multiplicará antes de ponderar su valor con el resto del índice.

### Rebalanceo.

- Los rebalanceos se realizan semestralmente, en los meses de marzo y septiembre. El cambio de la muestra se llevará a cabo el tercer viernes de dichos meses después del cierre de mercado.

### Selección de componentes

Todas las series accionarias del Universo de Selección se evalúan con base en los siguientes criterios de liquidez, tomando los datos a la fecha de referencia de la reconstitución del índice:

- Las series accionarias deben contar con una Mediana del Valor Diario de Transacciones <sup>13</sup>(MDTV) de al menos 50 millones de Pesos durante los tres y seis meses previos.
- Las acciones deben tener un ratio anualizado de la Mediana Mensual del Importe Operado<sup>14</sup> (MTVR) de al menos 25% durante los periodos de tres y seis meses previos.
- Los componentes vigentes del índice continúan siendo elegibles para permanecer en él si cuentan con un MTVR anualizado de al menos 15% durante los tres y seis meses previos.
- Si hay más de 35 series accionarias elegibles, se ordenan de manera descendente con base en una calificación conjunta del Valor de Capitalización de Mercado Flotante calculado a partir del Precio Promedio Ponderado por Volumen (VWAP) y el MDTV de los últimos seis meses calendario.

---

<sup>13</sup> Una versión común del cálculo por capitalización de mercado es la ponderación de capital flotante. Se asigna un factor flotante a cada serie accionaria para contabilizar la cantidad de acciones en circulación que se encuentra a disposición del público inversionista. Por ejemplo, si para alguna serie accionaria, el 15% de las acciones se encuentran retenidas y el otro 85% son públicas, el factor flotante será de 0.85, por lo que la capitalización de mercado de la empresa se multiplicará antes de ponderar su valor con el resto del índice.

<sup>14</sup> Cálculo del MTVR. Multiplicar el MDTV por los días de operación en el mes y dividiendo el resultado entre el valor de capitalización ajustado por acciones flotantes al cierre de mes. El resultado tiene que ser mayor o igual a 25% para la suma anualizada de los últimos tres y seis meses.

### **2.2.5. Clasificación de la BMV**

La clasificación sectorial busca reflejar el comportamiento de diferentes grupos de compañías con alguna característica en común. Esta clasificación permite compensar movimientos que suceden en los mercados financieros, ya que éstos normalmente son de distinta magnitud entre sectores.

Los sectores de las bolsas de cada país dependerán de la diversidad de empresas que participan dentro del mercado accionario. A su vez, existen subsectores, ramos y subramos que no son sino subclasificaciones para crear nichos cada vez más específicos. De esta forma, es posible realizar una comparación más precisa con emisoras similares en otros mercados de capitales, a la vez que se establecen segmentos y grupos más especializados para facilitar los estudios y análisis comparativos.

Las emisoras que forman parte de la BMV cuentan con 4 diferentes niveles de clasificación, incorporando un total de 10 Sectores<sup>15</sup>, 24 Sub-Sectores, 78 Ramos y 192 Sub-Ramos divididos dependiendo del enfoque y especialidad. La estructura del primer nivel se encuentra compuesta por los siguientes sectores:

**Energía.** Comprende a las empresas que se dedican a la producción, refinación, almacenamiento y distribución de petróleo y derivados, gas natural, generación de energía hidroeléctrica, termoeléctrica, nucleoelectrica.

**Materiales.** Es el sector más grande y diverso de la BMV, engloba a las compañías que realizan actividades como la producción de elementos secundarios de la industria, es decir, la producción de productos químicos, de madera, papeleros, vidrio y plástico, materiales de construcción, fabricación y comercialización de metales y minería, etcétera.

---

<sup>15</sup> De estos diez sectores analíticos, se desprenden siete índices bursátiles.

Industrial. Engloba empresas que otorgan bienes terciarios (equipo eléctrico, industria aeronáutica, etcétera) o servicios tales como transporte, servicios comerciales, construcción, entre otros.

Servicios y Bienes de Consumo no Básico. En este sector se encuentran las industrias de automóviles y componentes automotrices, servicios al consumidor, servicios de ventas al por menor, y bienes de consumo duradero (textiles, productos recreativos, entre otros).

Productos de Consumo Frecuente. En esta categoría se encuentran empresas relacionadas con la producción y comercialización de todos los productos de uso y consumo común: bebidas, alimentos, tabaco, y otros productos domésticos y personales.

Salud. Engloba a las empresas que se relacionan principalmente con los equipos y servicios médicos, así como productos farmacéuticos, biotecnológicos y similares.

Servicios Financieros. Dentro de este sector se agrupan las entidades financieras dedicadas a la actividad bancaria y no bancaria como los seguros y reaseguros, empresas dedicadas a gestión de activos, entre otras.

Tecnología de la Información. Agrupa a las empresas que están asociadas a la fabricación y servicios de software, y tecnología en hardware, computadoras, semiconductores, servicios que se adquieren por Internet, entre muchas otras actividades.

Servicio de Telecomunicaciones. Sector que involucra servicios de telecomunicaciones diversos, integrados, telecomunicaciones inalámbricas, medios de comunicación, radio y televisión.

Servicios Públicos. Aquellos servicios que satisfacen necesidades básicas: Suministro de agua, electricidad, gas, etc.

### **2.2.6. Principales Índices de Referencia de la BMV**

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

---

El objetivo de los índices bursátiles es poder medir el valor en su conjunto o de una parte concreta del mercado accionario; actúan como indicadores que reflejan el comportamiento y la tendencia de diversos sectores de la economía.

Las principales características que se toman en cuenta para clasificar a una emisora dentro de un índice bursátil son su enfoque y especialidad, por un lado y por el otro, la capitalización de mercado y liquidez.

Dentro de la BMV los principales índices bursátiles son: el S&P/BMV INMEX que a diferencia del principal indicador bursátil el S&P/BMV IPC, toma en cuenta al mercado de derivados. También se encuentra el S&P/BMV IPC CompMx, conformado por 73 emisoras, toma en cuenta la representatividad de la muestra conforme a la dinámica operativa del mercado, seleccionando las emisoras líderes en operación y tamaño.

El S&P/BMV LargeCap es un índice bursátil conformado por las 16 empresas más grandes dentro de la muestra del S&P/BMV CompMx. El índice S&P/BMV IPC LargeCap busca medir el rendimiento de las acciones de alta capitalización que representan más del 75% de la capitalización de mercado acumulada dentro del S&P/BMV IPC CompMx.

El Índice S&P/BMV IPC MidCap es un indicador que refleja en forma amplia el comportamiento del mercado accionario mexicano al incluir en su muestra a las empresas de la parte media dentro de la muestra del Índice S&P/BMV IPC CompMx.

A continuación, se enlista los diferentes índices que se encuentran listados dentro de la BMV.

### Índices Principales Locales

- S&P/BMV IPC
- S&P/BMV IPC CompMx
- S&P/BMV IPC LargeCap
- S&P/BMV IPC MidCap
- S&P/BMV IPC SmallCap
- S&P/BMV INMEX

### Índices de Actividad Económica

- S&P/BMV Extractiva (Minería y Agricultura)
- S&P/BMV Transforma (Industria manufacturera, electricidad, gas y agua)

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

---

- S&P/BMV Construye (Construcción)
- S&P/BMV Comercio (Casas Comerciales y Distribuidores)
- S&P/BMV Enlace (Infraestructura y Transportes)
- S&P/BMV Servicios (Servicios Financieros)
- S&P/BMV Servicios Comerciales (Comercio y Prestación de Servicios)

### Índices Sectoriales Analíticos

- S&P/BMV Sector Materiales
- S&P/BMV Sector Industrial
- S&P/BMV Sector Servicio de Consumo no Básico
- S&P/BMV Sector Productos de Consumo Frecuente
- S&P/BMV Sector Salud
- S&P/BMV Sector Servicios Financieros
- S&P/BMV Sector Servicios de Telecomunicación
- S&P/BMV FIBRAS
- S&P/BMV HABITA

### Índices Internacionales

- S&P/BMV China SX20
- S&P/BMV Brasil 15
- S&P/BMV México-Brasil

### Índices de Estrategia

- S&P/BMV MXN-USD
- S&P/BMV USD- MXN

### Índices de Sostenibilidad

- S&P/BMV IPC Sustentable

### Índices de Apalancamiento Inverso

- S&P/BMV Diario Doble
- S&P/BMV Diario Inverso
- Índices de Dividendos
- S&P/BMV Rentable

### Índices Sectoriales Invertibles

- S&P/BMV Sector Selectivo Materiales
- S&P/BMV Sector Selectivo Industrial
- S&P/BMV Sector Selectivo Consumo Frecuente
- S&P/BMV Sector Selectivo Financiero

### Índices por Tipo de Riesgo

- S&P/BMV Mexico Target Risk Aggressive Index
- S&P/BMV Mexico Target Risk Conservative Index
- S&P/BMV Mexico Target Risk Growth Index
- S&P/BMV Mexico Target Risk Moderate Index
- S&P/BMV USD-MXN

### Índices Fundamentales

- S&P/BMV Bursa Óptimo
- S&P/BMV Índice de Calidad, Valor y Crecimiento

### Índices por Liquidez

- S&P/BMV Formador de Mercado

## 2.3. Bolsa Institucional de Valores (BIVA)

La Bolsa Institucional de Valores, o BIVA, es el nuevo mercado de capitales en México, surge como un proyecto alternativo con el propósito de generar condiciones para aumentar la competencia en el sector financiero y ampliar el acceso a los mercados financieros. Este proyecto fue llevado a cabo por la compañía Central de Corretajes (CENCOR) y fue presentado ante la SHCP, BANXICO y la CNBV en febrero de 2013; a partir desde esa fecha se trabajó de la mano en su desarrollo con las autoridades financieras. En octubre de 2015 se presentó la solicitud de concesión para organizar y operar, dentro del mercado de bursátil mexicano; sin embargo, no fue sino hasta agosto de 2017 cuando se recibió la concesión, con vigencia indefinida, para su funcionamiento.

Anteriormente, las empresas mexicanas que querían financiarse mediante el mercado accionario lo hacían únicamente a través de la BMV. Actualmente con BIVA, las empresas que busquen listarse podrán hacerlo en uno u otro mercado, o en los dos a la vez. En Estados Unidos, por ejemplo, las compañías pueden listarse en diferentes bolsas de valores. Las dos más importantes son la New York Stock Exchange (NYSE) por un lado, que concentra compañías de todo tipo de sectores, entre las más importantes se encuentran Walmart, Exxon Mobil y General Electric.

La NYSE tiene aproximadamente 2400 emisoras listadas y una capitalización de mercado de 26 billones de dólares, posicionándola como la bolsa más grande del mundo

en cuanto a valor de mercado. Por el otro lado, se encuentra el NASDAQ, que concentra alrededor de 3800 emisoras listadas y una capitalización de mercado de 11 billones de dólares. Esta bolsa de valores se caracteriza por ser un mercado especializado en alta tecnología, provee plataformas electrónicas innovadoras que permiten una mayor velocidad en la ejecución de órdenes, y menores costos de transacción. Dentro del NASDAQ se encuentran listadas las compañías tecnológicas más grandes del mundo: Facebook, Alphabet, Amazon, Microsoft (Desjardins, J. 2017).

De acuerdo con Fernando Pérez Saldívar, director ejecutivo de BIVA; de las 14 economías mundiales más grandes medidas con base en el PIB, 12 cuentan con más de una bolsa de valores. Brasil, que posee la posición 8 del ranking realizado por el Fondo Monetario Internacional, tiene una sola bolsa, no obstante, se encuentra en proceso la creación de una más. Tener una bolsa más en México, hará crecer el mercado de valores, ya que el crecimiento del mercado de valores se encuentra correlacionado con el crecimiento económico del país (El Economista, 2017).

Actualmente, La BMV tiene listadas 146 empresas, lo que coloca al país en la posición número 44 a nivel mundial en el ranking por empresas listadas en bolsa; comparado con Brasil, las 146 empresas representan 41% de las que cotizan en bolsa en ese país y 48% en Chile. En términos de capitalización de mercado, México ocupa el lugar 23 a nivel mundial (Federación Mundial de Bolsas, 2018). Tomando como referencias las estadísticas de la Federación Internacional de Bolsas de Valores, el mercado de valores mexicano tendría que duplicar su capitalización de mercado para poder estar en línea con el lugar 14 que ocupa con respecto a el tamaño de la economía de país y no el actual 23. La distancia entre ambas posiciones se explica principalmente por el valor de capitalización promedio de las compañías listadas en México: 2,500 millones de dólares. Mientras que países como Australia, España y Canadá el promedio es menor a 600 millones de dólares; en contraste, estos países cuentan con un mayor número de empresas listadas: 1,969, 3,480 y 3,368, respectivamente.

En opinión de Santiago Urquiza presidente de BIVA, señala que México debería tener un mínimo de 850 emisoras, tomando en cuenta el tamaño de la economía del país. Para participar en la BMV una empresa debe tener en promedio un valor de capitalización de

3,166 millones de dólares. El objetivo de BIVA es atraer a empresas medianas, y el límite es menor al que exige la BMV, el cual se ubica entre los 500 millones de dólares y los 800 millones de dólares (El Economista, 2017).

El objetivo de BIVA es contribuir con el crecimiento del mercado de valores mexicano a través de la innovación, la implementación de recientes y mejores tecnologías, asimismo proporcionar un mayor acceso en la participación del sector productivo.

La nueva bolsa de valores planea listar en el mercado accionario a 50 empresas más dentro de un periodo de 3 años, esto correspondería a un aumento prácticamente del 30% con respecto al actual, alcanzando un total de 196 emisoras para finales del año 2020 e incrementando en un 50% el volumen de operación diario en el mercado de valores.

### Tecnología

BIVA estará a la vanguardia, implementando la tecnología de operación de Nasdaq llamada X-Stream, capaz de mantener de forma consistente una tasa de envío de órdenes de alrededor de 100.000 por segundo a una latencia<sup>16</sup> promedio inferior a 40 microsegundos.

Esta plataforma tecnológica brinda soporte a más de 70 instituciones alrededor del mundo y competirá con el sistema de capitales MoNeT de la BMV; en tanto que para la vigilancia del mercado utilizará la plataforma Nasdaq-SMARTS, esto con el fin de mejorar la transparencia y la integridad del mercado (NASDAQ, 2018).

Cabe mencionar que el costo de emisión no se reducirá. Una compañía paga un porcentaje, en promedio de 3.2% como comisión a la BMV del total de los recursos recaudados tras la oferta pública inicial.

El porcentaje puede considerarse competitivo, si se toma como referencia que en Estados Unidos éste puede alcanzar hasta el 6.5%. La incorporación de BIVA no reducirá los costos de bursatilización para las empresas. BIVA, en cambio, apuesta por el valor

---

<sup>16</sup> Tiempo de demora entre el momento en que se emite una orden y el momento en que el sistema la ejecuta.

agregado al adoptar las mejores prácticas a nivel internacional en los modelos de operación, los tipos de órdenes y los protocolos de comunicación, así como, también simplificará procesos, ofrecerá apoyo logístico y dará visibilidad a las empresas listadas.

BIVA es una Bolsa Mexicana de Valores que ofrece a los inversionistas locales y globales tecnología de punta para el comercio, soluciones de datos de mercado, así como servicios de cotización y mantenimiento para las empresas.

### **2.3.1. Funciones de BIVA**

Con base en lo publicado en el Diario Oficial de la Federación, de las actividades que deberá realizar BIVA como bolsa de valores, destacan:

- El Desarrollo de sistemas operativos de negociación y de divulgación de información al público inversionista.
- Vigilar y dar seguimiento a las operaciones que se realicen en los sistemas operativos de negociación, requisitos de listado y mantenimiento de listado de valores.
- Construir locales, instalaciones y mecanismos automatizados que impulsen la concentración de operaciones con valores y la negociación de estos.
- Listar valores y realizar un Sistema Internacional de Cotizaciones conforme a lo establecido en la Ley del Mercado de Valores.
- Certificar la cotización y operación de valores.
- Expedir normas de autorregulación para sus actividades y las de sus integrantes.
- Celebrar acuerdos con otras Bolsas de Valores, ya sea a nivel nacional o internacional.
- Dar acceso a la información de posturas y mercado en general.
- Identificar las partes de las operaciones, fecha y hora de concentración, así como el precio, volumen y monto de la transacción.

- Detectar irregularidades en las operaciones y crear planes de contingencia para evitar la negociación de valores.<sup>17</sup>

Los requisitos, comisiones, tarifas de listado y mantenimiento continuarán reguladas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, por lo que no competirán por precios.

### 2.3.2. Índice FTSE BIVA

El FTSE Russell en un acuerdo firmado con BIVA, es el responsable de la elaboración y administración del Índice FTSE BIVA, asimismo del cálculo diario, la operación y el mantenimiento. El FTSE Russell cuenta con más de 30 años de experiencia y forma parte del London Stock Exchange Group, elabora más de 400 índices a nivel mundial.

EL FTSE-BIVA es el índice más importante de la nueva Bolsa Institucional de Valores. Comenzó a publicarse en febrero de 2018 y partió de las 1000 unidades como base, el 1 de enero de 2018. Los datos en tiempo real y al final del día se encuentran disponible en Bloomberg y Thomson Reuters a través de las siguientes claves de pizarra respectivamente, (FTBIVA) (FTFTBIVA); además de poderse consultar de forma gratuita en la página de BIVA con un retraso de 15 y 20 minutos.

### 2.3.3. Metodología FTSE BIVA

El índice se encuentra compuesto por compañías grandes, medianas y chicas, obtenido mediante una ponderación por valor de capitalización. El FTSE BIVA se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^N \frac{(p_i * e_i * s_i * f_i * c_i)}{d},$$

---

<sup>17</sup> Diario Oficial de la Federación, (2017). Tomado de:  
[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5495298&fecha=29/08/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5495298&fecha=29/08/2017)

*donde:*

$i = 1, 2, \dots, N$

$N =$  Número de Emisoras en el Índice.

$p_i =$  Precio de Cierre de la Emisora  $i$ .

$e_i =$  Tipo de Cambio para Convertir el Valor de la Emisora  $i$  al Valor Base del Índice.

$s_i =$  Número de Acciones Emitidas por la Emisora  $i$ .

$f_i =$  Factor de Ponderación de Acciones flotantes de la Emisora  $i$ .<sup>18</sup>

$c_i =$  Factor Límite de la Emisora  $i$  par Ponderar Correctamente su Inclusión en el Índice.

$d =$  Representa la Participación del Capital Total Emitido en el Índice en la fecha base.

### Metodología de selección de la muestra del FTSE BIVA

- Todas las empresas listadas en el país son consideradas y no hay un número fijo de integrantes del índice.
- Cálculo de liquidez mínima usando reglas de FTSE apegadas a estándares y prácticas internacionales. Las empresas elegibles deben contar con al menos 150 millones de dólares de valor capitalización
- Las nuevas emisoras deben contar con un con un historial de operación de a lo menos 3 meses a la revisión del índice.
- Inclusión de FIBRAs como sector relevante y representativo de la economía.
- Rebalanceos semestrales en marzo y septiembre. Se pueden incluir ofertas iniciales públicas relevantes antes del rebalanceo.
- Los integrantes del índice FTSE BIVA no podrán tener una ponderación mayor al 15% de éste.

---

<sup>18</sup> FTSE Rusell, (2018). Tomado de:  
[http://www.ftse.com/products/downloads/FTSE\\_BIVA\\_Index\\_Ground\\_Rules.pdf?451](http://www.ftse.com/products/downloads/FTSE_BIVA_Index_Ground_Rules.pdf?451)

- Cuando una emisora cuente con dos o más series accionarias, solo se seleccionará la serie que mejor cumpla con los requisitos.

A diferencia del principal indicador de BMV, el S&P BMV IPC conformado por 35 emisoras; el FTSE BIVA se constituye por 52 emisoras, debido a que incluye a un mayor número de empresas de tamaño mediano y pequeño, entre ellas, 4 FIBRAS: Fibra Uno, Danhos, Macquaire y Prologis (BIVA, 2018).

**Tabla 2.3 Muestra del S&P/BMV Índice De Precios Y Cotizaciones:**

No.	NOMBRE DE LA COMPAÑÍA	PONDERACIÓN
1	America Movil	15.10%
2	Femsa	10.97%
3	Banorte	8.60%
4	Wal-Mart	7.42%
5	Grupo Mexico	6.49%
6	Cemex	5.57%
7	Televisa	4.22%
8	Bimbo	3.04%
9	Fibra Uno	2.64%
10	Inbursa	2.21%
11	Alfa	2.19%
12	Mexichem	1.72%
13	IENOVA	1.67%
14	Peñoles	1.49%
15	Arca Continental	1.42%

Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

16	Gruma	1.34%
17	Elektra	1.03%
18	Kimberly Clark	0.90%
19	Liverpool	0.83%
20	Grupo Carso	0.72%
21	Cuervo	0.50%
22	GAP	2.26%
23	ASUR	1.99%
24	Coca-Cola Femsa	1.95%
25	Santander	1.35%
26	PINFRA	1.23%
27	Alsea	1.05%
28	OMA	0.87%
29	Banregio	0.79%
30	Megacable	0.78%
31	Telesites	0.57%
32	Bachoco	0.47%
33	Lala	0.44%
34	Chedraui	0.37%
35	ICH	0.34%
36	Banco del Bajío	0.32%
37	OHL	0.29%
38	Nemak	0.28%
39	Alpek	0.26%
40	Fibra Danhos	0.21%

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

41	Fibra Macquarie	0.51%
42	Gentera	0.48%
43	Vesta	0.47%
44	Genomma Lab	0.46%
45	Bolsa Mexicana de Valores	0.45%
46	Fibra Prologis	0.39%
47	Herdez	0.31%
48	Volaris	0.30%
49	Interacciones	0.23%
50	Credito Real	0.22%
51	Unifin	0.21%
52	Axtel	0.08%

Fuente: BIVA / Elaboración Propia. Datos al 11 de mayo, 2018

De las 52 emisoras del FTSE BIVA, las compañías grandes conforman el 80 por ciento de la ponderación en la muestra, entre ellas se encuentran América Móvil, que tiene el mayor peso con alrededor del 15 por ciento, seguida de Femsa con 10.97 por ciento y Banorte con cerca de 9 por ciento.

El segmento de compañías medianas representa una ponderación del 16 por ciento dentro del índice, incluye a emisoras como Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP), ASUR, Coca Cola Femsa, Santander, Pinfra, Alsea, Grupo Aeroportuario del Centro Norte (OMA), Banregio, Megacable, Telesites, Lala, Bachoco, Chedraui, ICH, Nemark, Fibra Danhos, OHL, Alpek y BanBajío. En tanto, en el segmento de compañías pequeñas o de baja capitalización se encuentran Fibra Macquarie, Gentera, Genomma Lab, Vesta, Volaris, Bolsa Mexicana de Valores, Fibra Prologis, Herdez, Interacciones, Crédito Real, Unifin y Axtel, que representan apenas el 4 por ciento de ponderación.

El FTSE BIVA proporciona a los inversionistas los conocimientos y herramientas necesarias para obtener una visión más precisa del desempeño de las compañías con mayor liquidez en el país. Este índice bursátil puede ser empleado como benchmark, sobre el rendimiento de un mercado, para el análisis de portafolios de inversión y la administración de fondos basados en gestión activa y pasiva. Asimismo, puede implementarse como una herramienta para la creación de una amplia variedad de productos financieros, principalmente track's (ETF) y contratos de derivados.

### **2.3.4. Contribución al Desarrollo del Mercado**

Del análisis económico de BIVA se concluyó que la operación de una nueva Bolsa de Valores propiciará competencia y podrá generar múltiples beneficios para los usuarios de las Bolsas de Valores, y en general, para el crecimiento de la economía nacional.

Beneficios que conlleva una nueva bolsa de valores:

- Reducción en costos de listado, mantenimiento y de transacción cobrados a emisoras e intermediarios financieros por los servicios de las Bolsas de Valores.
- Mayor liquidez y continuidad en la operación del mercado; mayor visibilidad a empresas de capitalización media y baja capitalización, así como al mercado mexicano en general. Al no tener un número fijo de integrantes, este número aumentará en la medida que el mercado crezca y evolucione.
- Innovación tecnológica y el uso de tecnologías de vanguardia. Mejoras a la eficiencia en los procesos operativos y oferta de productos, alternativas de ejecución de órdenes.
- Incentivos para la participación de nuevos participantes financieros con estrategias novedosas y enfocadas a distintos nichos de mercado.
- Disminución en los márgenes de compra y venta de valores, como producto de la innovación tecnológica.
- Incremento en la información disponible para la formación de precios.

- Fortalecimiento del marco regulatorio por parte de la CNBV para garantizar que se dé un entorno de competencia leal entre el nuevo participante y el sector bursátil ya establecido, así como las condiciones propicias para la entrada de nuevas emisoras.
- Inclusión de sectores relevantes de la economía mexicana, tales como las FIBRAs.

### **2.4. Mercado Mexicano de Derivados**

Para entender lo que es el mercado de derivados en México y su importancia, primero se debe comprender lo que es un instrumento financiero derivado. Cuando se trata de un instrumento derivado el comprador y el vendedor acordarán, precio, cantidad y las condiciones bajo las cuales se realizará la transacción, además de una fecha determinada de vencimiento. En general, los productos derivados son títulos financieros que generan derechos u obligaciones entre dos partes y su implementación principalmente es para mitigar los riesgos que surgen de realizar transacciones comerciales o financieras.

Se denominan "Derivados", a un conjunto de instrumentos financieros creados por la ingeniería financiera, cuya principal característica es que su precio deriva (varía dependiendo) del precio de otro bien, que usualmente se le llama activo subyacente o de referencia. Dicho de otra manera, es un activo contingente sobre uno subyacente.

Con el transcurso del tiempo, los instrumentos derivados se han convertido en un elemento esencial para la actividad económica, ya que permiten la realización de un gran volumen de transacciones que de otra forma no se llevarían a cabo. Los contratos de derivados contribuyen a la liquidez, estabilidad y profundidad de los mercados financieros, generan condiciones para diversificar portafolios de inversión y gestionar los riesgos.

Los derivados tienen numerosos usos y a la vez se incurre en diversos niveles de riesgo, pero en general se consideran una buena forma de participar en los mercados financieros. Los inversionistas suelen utilizar derivados por las siguientes razones:

- Cubrir una posición, es decir, contra cambios en el precio de los activos subyacentes.
- Aumentar el apalancamiento, debido a que para operar en estos instrumentos no es necesario desembolsar la totalidad del capital, sino solamente una parte permitiendo utilizar más capital y generar un efecto de apalancamiento, potenciando los rendimientos.
- Especular sobre el movimiento de un activo, funciona generalmente bien en mercados volátiles cuando el precio del activo subyacente se mueve significativamente y en una dirección favorable porque los derivados aumentarán este movimiento.
- Para diversificar un portafolio de inversión, ya que se pueden incluir inversiones en materias primas a través de productos derivados que realizando la transacción con el producto físico.

Aun así, la principal función de un derivado es la cobertura. Se pueden usar, por ejemplo, para cubrir portafolios accionarios, deudas a tasa variable o en moneda extranjera, o para quitar incertidumbre en los flujos futuros que recibe una empresa o una institución.

### **2.4.1. Instrumentos Derivados**

Actualmente, existen diferentes tipos de instrumentos derivados, sin embargo, los más conocidos e implementados por los inversionistas son los siguientes:

**Futuros.** Es un contrato financiero entre dos partes, en el cual una de las partes se encuentra obligada a vender un activo subyacente (posición corta), en un precio, cantidad y calidad determinada, en una fecha futura previamente establecida; por otro lado, la contraparte se obliga a comprar el activo subyacente (posición larga). Es importante mencionar, que los contratos de futuros requieren de una cantidad mínima

inicial (margen inicial), por parte del comprador y vendedor, cuyo monto sirve para cubrir los movimientos de precios que suceden en el activo subyacente.

Generalmente se toma una posición larga, cuando se tienen expectativas de alza en los precios; esto ocurre frecuentemente con los consumidores de materias primas, compradores de bonos, o empresas dedicadas al comercio exterior expuestas al riesgo cambiario. Por otro lado, la parte que toma una posición corta es quien quiere vender el subyacente en el futuro y tiene expectativas de una baja en los precios. Este es un caso que se da comúnmente con productores de materias primas, vendedores de monedas o bonos o quien desea fijar la tasa que pagará por un crédito. Los futuros y los derivados ayudan a aumentar la eficiencia del mercado subyacente porque reducen los costos imprevistos de la compra directa de un activo.

Opciones. Título financiero, donde el comprador mediante el pago de una prima (precio de la opción), tiene el derecho, pero no la obligación de comprar o vender un activo subyacente a un precio determinado (precio de ejercicio) durante la vigencia del contrato o hasta la fecha de vencimiento; caso contrario para el oferente de estos títulos, quien se encuentra obligado a vender o comprar el activo subyacente en caso de que el comprador ejerza su derecho.

Existen dos tipos de opciones según los derechos adquiridos

- Opciones de compra. Otorgan a el comprador el derecho, pero no la obligación a comprar el activo subyacente a un precio determinado, mientras que el vendedor tiene la obligación de vender el activo subyacente en caso de que el comprador ejerza su derecho.
- Opciones de venta. Otorgan a el comprador el derecho, pero no la obligación a vender el activo subyacente a un precio determinado, mientras que el vendedor tiene la obligación de comprar el activo subyacente en caso de que el comprador ejerza su derecho.

De acuerdo con el tipo de ejercicio o el momento en que se ejerce el derecho, las opciones se clasifican en:

- Opciones Europeas. Solo puede ejercerse en la fecha de vencimiento.

- Opciones Americanas. Puede ejercerse en cualquier momento antes de su vencimiento.

Los inversionistas suelen utilizar contratos de opciones cuando no desean tomar una posición en el activo subyacente, pero aun así desean aumentar la exposición en caso de un gran movimiento de precios.

Swaps. Es un contrato de intercambio entre dos partes, donde ambas partes se encuentran obligadas a un intercambio de flujos específicos de efectivo durante una serie de intervalos de tiempo. Es una serie consecutiva de contratos adelantados<sup>19</sup> convenidos de acuerdo con los requerimientos particulares de las partes que lo celebran. Esta clase de contratos no necesariamente implican la entrega del subyacente del que depende el Swap, sino de compensaciones en efectivo. Por ejemplo, sino se desea estar expuesto en un alza en la tasa de referencia, se puede implementar un swap intercambiando una tasa de interés variable por una fija; de forma similar se puede aplicar un swap cuando se está expuesto a un intercambio de un cierto flujo de divisa, es decir se busca convertir un préstamo en una moneda a otro en otra moneda.

### 2.4.2. MexDer

La existencia de los mercados de derivados surge como consecuencia de una economía globalizada y de sistemas financieros mayor interrelacionados, en ellos se buscan contar con mecanismos para protegerse de la volatilidad en los mercados financieros.

Los futuros son los instrumentos que dieron origen a las bolsas de derivados. Comenzando con el primer mercado de futuros en el mundo, el *Chicago Board of Trade* en 1848, quien formalizó el primer contrato estandarizado de futuros de granos. Esto mismo como respuesta a los desequilibrios en la oferta y la demanda causada por los ciclos estacionales de la agricultura, la falta de capacidad en los sistemas de transporte y los problemas de almacenamiento. En 1874 se creó el *Chicago Product Exchange* para

---

<sup>19</sup> Contratos que implican la obligación de comprar o vender cierta cantidad y calidad preestablecidas de un activo subyacente en una fecha, lugar y precio pactados el día en que se celebra el contrato.

la negociación de productos perecederos a futuro y en 1898 se fundó el Chicago *Butter and Egg Board*. Ambas instituciones dieron origen al *Chicago Mercantile Exchange* (CME, por sus siglas en inglés) que se constituyó como bolsa de futuros sobre diversos productos agroindustriales y actualmente las más importante a nivel mundial.

La historia del mercado de productos derivados en México inicia a finales de los años setenta y ochenta cuando se emiten Petrobonos<sup>20</sup> y pagarés respectivamente por parte del gobierno federal en los mercados internacionales. Sin embargo, no se trataba de un mercado organizado o bolsa de valores. Un mercado organizado como tal en el país, surge tras las recomendaciones del Banco Mundial y El Fondo Monetario Internacional para la creación de un mercado formal de cobertura financiera en el país, asimismo tras varios años de planeación y desarrollo por parte de diversos grupos multidisciplinario, integrados por la BMV, la AMIB y el S.D. Indeval; el 24 de agosto de 1998, se materializa formalmente el mercado mexicano de derivados, comenzando operaciones desde el 15 de diciembre del mismo año, operando futuros sobre el dólar americano y el 15 de abril de 1999 inicia la operación de contratos sobre el IPC, esto constituyó uno de los avances más importantes en el proceso de crecimiento e internacionalización del sistema financiero del país.

MexDer, es una sociedad anónima de capital variable que pertenece al grupo Bolsa Mexicana de Valores, cuenta con un diseño de arquitectura operativa, legal y de sistemas necesaria para el cumplimiento de los requisitos jurídicos, operativos, tecnológicos y prudenciales, establecidos de manera conjunta por la SHCP, la CNBV y el BANXICO. En él se pueden comprar y vender futuros y opciones de divisas, acciones, índice de la bolsa, tasas de interés y bonos.

Hoy en día, los productos negociados en MexDer son los siguientes:

**Tabla 2.4 Contratos de futuros listados en el MexDer**

Tipo	Subyacente	Clave	Tamaño del Contrato
Divisas	Dólar de los Estados Unidos de América	DA	10,000.00 Dólares
	Euro	EURO	10,000.00 Euros

---

<sup>20</sup> Títulos de crédito respaldados por cierto número de barriles de petróleo de exportación.

Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

Índices	S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV	IPC	\$10.00 (diez pesos 00/100) multiplicados por el valor del S&P/BMV IPC
	MINI S&P/BMV IPC (S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV)	MIP	\$2.00 (dos pesos 00/100) Multiplicados por el valor del S&P/BMV IPC Multiplicados por el valor del S&P/BMV IPC
Deuda	TIIIE de 28 días	TE28	\$100,000.00 Pesos
	CETES de 91 días	CE91	10,000 Cetes (Equivalente a \$ 100,000.00 pesos)
	Bono de 3 años	M3	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono de 10 años	M10	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono de 20 años	M20	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono de 30 años	M30	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M181213	DC18	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M200611	JN20	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M210610	JN21	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M220609	JN22	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M241205	DC24	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M260305	MR26	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)

Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

	Bono M270603	JN27	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M310529	MY31	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M361120	NV36	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M421113	NV42	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Bono M471107	NV47	1,000 Bonos (Equivalente a \$100,000.00 pesos)
	Swap de TIIE 10 años (Liquidables en Especie)	SW10	\$100,000.00 Pesos
	Swap de TIIE 2 años (Liquidables en Especie)	SW02	\$100,000.00 Pesos
	UDI (Liquidación en Efectivo)	UDI	50,000 UDI's.
Acciones	América Móvil L	AXL	100 acciones / certificados
	ALFA A	ALF	100 acciones / certificados
	ASUR B	ASUR	100 acciones / certificados
	Cemex CPO	CXC	100 acciones / certificados
	Femsa UBD	FEM	100 acciones / certificados
	GAP B	GAP	100 acciones / certificados
	Gcarso A1	GCA	100 acciones / certificados
	GMEXICO	GMEX	100 acciones / certificados
	KOF L	KOF	100 acciones / certificados
	LALA B	LALA	100 acciones / certificados
	MEXCHEM	MCM	100 acciones / certificados
	PE&OLES	PENO	100 acciones / certificados

Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

	PINFRA	PIN	100 acciones / certificados
	Walmex V	WAL	100 acciones / certificados
	MEXTRAC09	MEXT	100 acciones / certificados
Commodities	Futuro del Maíz Amarillo	MAIZ	25 Toneladas Métricas

Fuente: MexDer / Elaboración Propia. Datos al 18 de mayo, 2018

Tabla 2.5 Contratos de opciones listados en el MexDer

Tipo	Subyacente	Clave	Tamaño del Contrato	Tipos de Contratos	Estilo del Contrato
Divisas	Dólar de los Estados Unidos de América	DA	\$10,000.00 (diez mil dólares 00/100)	Opción de: compra/venta	Europeo
Índices	S&P/BMV Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV	IP	\$10.00 (diez pesos 00/100) multiplicados por el Precio o Prima del Contrato de Opción.	Opción de: compra/venta	Europeo
Acciones	ALFA A	AL	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	ASUR B	AS	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	América Móvil L	AX	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	Cemex CPO	CX	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	Femsa UBD	FE	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	KOF L	KO	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	GAP B	GP	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	Gmexico B	GM	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	LALA B	LL	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	MEXCHEM	MC	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

	Nafrac ISHRS	NA	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	PE&OLES	PE	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	PINFRA	PI	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	Tlevisa CPO	TV	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano
	Walmex V	WA	100 acciones	Opción de: compra/venta	Americano

Fuente: MexDer/Elaboración Propia. Datos al 18 de mayo, 2018

**Tabla 2.6 Contratos de swaps listados en el MexDer**

Tipo	Subyacente	Clave	Tamaño del Contrato
Deuda	TIIE de 28 días	Tres caracteres numéricos que indicarán la cantidad de Liquidaciones Periódicas que tendrá el Contrato de Intercambio de Flujos de Tasas ("cupones"), seguidos por los caracteres X1, p. ej. 3X1, 13X1, 26X1...	\$100,000.00 M.N. (Cien mil pesos 00/100 M.N.).

Fuente: MexDer/Elaboración Propia. Datos al 18 de mayo, 2018

### 2.4.3. Estructura y Funcionamiento

Para poder participar en el MexDer y ser cliente, los inversionistas interesados deben acudir con un intermediario financiero registrado y autorizado por dicho mercado. El MexDer cuenta con dos figuras, Socio liquidador y Socio operador, estas figuras son las únicas autorizadas de realizar directamente transacciones en el mercado.

#### Socios Liquidadores

Los Socios Liquidadores son fideicomisos que participan como accionistas del MexDer, aportan el patrimonio de Asigna; teniendo como objetivo principal liquidar y compensar operaciones, y en su caso, celebrar por cuenta de terceros, contratos de futuros y opciones operados en MexDer. Los Socios Liquidadores cuentan con capitalización independiente, son especialistas en la evaluación de riesgos de contraparte, segmentan las aportaciones y evitan conflictos de intereses al clasificar y diferenciar las operaciones por cuenta propia y de terceros.

Deben contar, entre otros, con sistemas de administración de cuentas, capaces de registrar las órdenes y operaciones por cuenta de sus clientes y de los fondos o valores que reciban para cubrir el margen inicial mínimo, manteniendo un reporte diario de las pérdidas y ganancias de operación. De igual forma, deben tener sistemas de control y mitigación de riesgos, con el fin de evaluar el riesgo para los clientes en tiempo real, dar seguimiento a posiciones y realizar evaluaciones sobre la exposición al riesgo, mediante simulaciones de escenarios extremos.

### Socios Operadores

Son instituciones de crédito, casas de bolsa y demás intermediarios financieros, que tienen acceso al Sistema Electrónico de Negociación de MexDer (MoNeT) para la celebración de contratos de Futuros, Opciones y Swaps, en calidad de comisionistas de uno o más Socios Liquidadores.

Generalmente, los Operadores ingresan sus posturas y el Sistema "encripta" el nombre del intermediario al no revelar su identidad, esto origina que sea un mercado anónimo, lo que permite igualdad de oportunidad para todos los participantes.

Existen 3 tipos de Operadores:

- **Operador por Cuenta Propia.** Realizan operaciones únicamente con recursos de su propia Entidad Financiera o de su propia Empresa.
- **Operador por Cuenta de Terceros.** Realizan operaciones con fondos de inversión, clientes que pueden ser de diversas Entidades Financieras, personas morales o personas físicas.
- **Operador por Cuenta Propia y de Terceros.** cuentan con las facultades de los dos anteriores.



Figura 2.7 Relación entre participantes del MexDer

Fuente: BMV

### Asigna

Para que el intercambio de activos pueda llevarse a cabo es necesario, además de contar con una bolsa de derivados, establecer la infraestructura para procesar las

transacciones, garantizar las obligaciones financieras de los participantes, y compensar las operaciones de productos derivados estandarizados. Junto con el MexDer, se creó la cámara de compensación y liquidación del mercado mexicano de derivados Asigna, cuya función principal es ser la contraparte de todas las operaciones que se realizan en el MexDer.

Asigna, Compensación y Liquidación cuenta con un fideicomiso de administración y pago que se conocen como socios liquidadores. En los mercados de derivados estandarizados, la función de la cámara de compensación es de gran relevancia, realiza lo que se llama “Liquidación de Pérdidas y Ganancias”, convirtiéndose en el garante y contraparte de todas las obligaciones financieras que se derivan de la operación de contratos derivados. Asigna gestiona tres fondos diferentes correspondiente al fondo de aportaciones, fondo de compensación y patrimonio mínimo, cuyos recursos se invierten en operaciones de reporto o en instrumentos gubernamentales con vencimiento menor a 90 días. La inversión de los recursos se realiza mediante subastas diarias entre las instituciones de crédito de los socios liquidadores con el objetivo de que los recursos del fondo generen rendimientos competitivos. Los participantes del mercado reciben el rendimiento generado por la inversión a través del flujo neto de la liquidación diaria del mercado.



**Figura 2.8 Funcionamiento del Mexder**

Fuente: BMV

Dado que Asigna es quien responde por todas las transacciones que suceden en el MexDer, debe estar sujeta a evaluaciones desde el punto de vista de riesgo de incumplimiento por parte de agencias calificadoras.

Formadores de Mercado

## Capítulo II. Bolsas de Valores y Mercado de Derivados

Son Operadores que deben mantener en forma continua y por cuenta propia, posturas de compra o venta de contratos de derivados, con el fin de promover su negociación. El objetivo de este participante es principalmente incrementar la liquidez del mercado, promover la negociación de los contratos, afrontar momentos de volatilidad y escasa liquidez. El modelo de Formadores permite suavizar los precios y moderar las subidas y las bajadas de las cotizaciones.

**Tabla 2.9 Instituciones financieras participantes en el MexDer**

Intermediario Financiero	Socio Liquidador	Socio Operador	Formador de Mercado
Accival	x	x	
Actinver	x	x	
Advance Derivados		x	
Banco Inbursa		x	
Banco Invex		x	
Banco J.P. Morgan			x
Banco Monex		x	x
Banco Multiva		x	
Banco Santander	x		x
Banco Ve por Más		x	
Banorte			x
Barclays		x	x
BBVA Bancomer	x		x
Casa de Bolsa Finamex		x	
Casa de Bolsa Ve por Más		x	
CI casa de bolsa		x	
Citibanamex	x		x
COFIMEX		x	
Credit Suisse		x	
DerFin		x	
Deutsche Bank		x	x
GAMMA Derivados		x	
GBM Grupo Bursátil Mexicano	x	x	
Goldman Sachs		x	
Grupo Especializado en Futuros y Otros Derivados		x	
HSBC			x

## Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

Interacciones Casa de Bolsa		x	
Interactive Brokers Timber Hill		x	
Interactive Brokers UK LTD		x	
Intercam Casa de Bolsa		x	
Invex Casa de Bolsa		x	x
Kuali Derivados		x	
MEI Derivados		x	
Morgan Stanley		x	
Multiva Casa de Bolsa		x	
Nacional Financiera			x
Scotiabank Inverlat	x	x	
Tullet Prebon Financial Services		x	
Valores Mexicanos Casa de Bolsa		x	x
Vector Casa de Bolsa		x	x
World Direct Farm Sales		x	

Fuente: MexDer / Elaboración Propia. Datos al 20 de mayo, 2018

## Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

### 3.1. Electronic Trading

#### Introducción

En el transcurso de los últimos años se ha tenido un desarrollo espectacular y revolucionario en la forma de realizar transacciones electrónicamente, los mercados financieros a nivel mundial han evolucionado para adaptarse a los diferentes cambios que enfrentan debido a las crecientes necesidades de los emisores de activos financieros, así como quienes invierten en ellos. A partir del considerable aumento en el número de personas con acceso a internet, han proliferado las plataformas y protocolos

de negociación innovadores y han surgido nuevos participantes en el sector bursátil. Estos cambios recientes han resultado en una transformación de la estructura de los mercados financieros, la forma en que se provee la liquidez en ellos y el proceso de la formación de precios. *Electronic trading* avanza en medio de estos cambios estructurales, mientras que las implicaciones de acuerdo con las características de los mercados y su funcionamiento aún no se han explorado por completo.

En 1969, Instinet (originalmente llamada *Institutional Networks*) lanzó el primer sistema automatizado para que las instituciones financieras de Estados Unidos evitaran el piso de remates y se transaccionara directamente entre sí de manera confidencial. En 1971, surge en la escena el NASDAQ. Inicialmente, se trataba de un sistema de cotización automatizado que permitía a los corredores de bolsa ver los precios que ofrecían otras instituciones financieras, pero las operaciones se manejaban aún por teléfono. Eventualmente, el Nasdaq implementó una nueva plataforma de comercio automatizado, el sistema de ejecución de pequeñas órdenes (SOES, por sus siglas en inglés), este sistema facilitó el intercambio de órdenes con volúmenes iguales o menores a 1000 acciones. En 1976, la NYSE creó el sistema de Cambio de Orden Designado (DOT, por sus siglas en inglés), que permitió a los corredores enrutar órdenes directamente a los especialistas en el piso de remates. 8 años más tarde, surge la segunda generación de dicho sistema, el *SuperDOT*; contaba con la capacidad de ejecutar órdenes con rapidez y precisión, este sistema ayudó a reducir el número de errores al eliminar el factor humano en el proceso de manejo de órdenes, permitiendo enviar hasta un volumen de 100,000 acciones al mismo tiempo. En 2009, el *SuperDOT* fue reemplazado por el actual sistema automatizado empleado en la NYSE, conocido como *Super Display Book*.

En 1999, la *Securities and Exchange Commission* (SEC, por sus siglas en inglés), encargada de regular el sector bursátil en los Estados Unidos, dictaminó que cualquier intermediario bursátil podría tener pleno acceso a las acciones que cotizan en la NYSE a través del *Intermarket Trading System*, un sistema electrónico de enrutamiento de órdenes creado en 1978 que vinculó las bolsas de valores y los valores transaccionados en ellas. Estos cambios, combinados con la proliferación de redes de comunicaciones electrónicas (ECN, por sus siglas en inglés) y un mayor acceso a Internet, alteraron la

arquitectura de las inversiones y crearon una nueva clase de participantes: autosuficientes, informáticos y, lo más destacable, decididos a actuar de forma independiente de las casas de bolsa y bancos tradicionales.

De la misma forma, el uso de *electronic trading* en las bolsas de valores de Latinoamérica no es nuevo; en 1990 la bolsa de valores de Sao Paulo en Brasil fue la primera en implementar esta tecnología, seguido de México, quien transfirió gradualmente las operaciones del piso de remates al sistema electrónico durante la década de 1990, alcanzando completamente un sistema electrónico mediante la plataforma (BMV-SENTRA) desde 1999. En la misma década en 1993, la bolsa de valores de Santiago adoptó un sistema electrónico. Las bolsas de Buenos Aires, Santiago y México realizan operaciones con un sistema desarrollado por ellos mismos, mientras que las bolsas de Sao Paulo, Bogotá y Caracas utilizan versiones de sistemas desarrollados por otras bolsas.

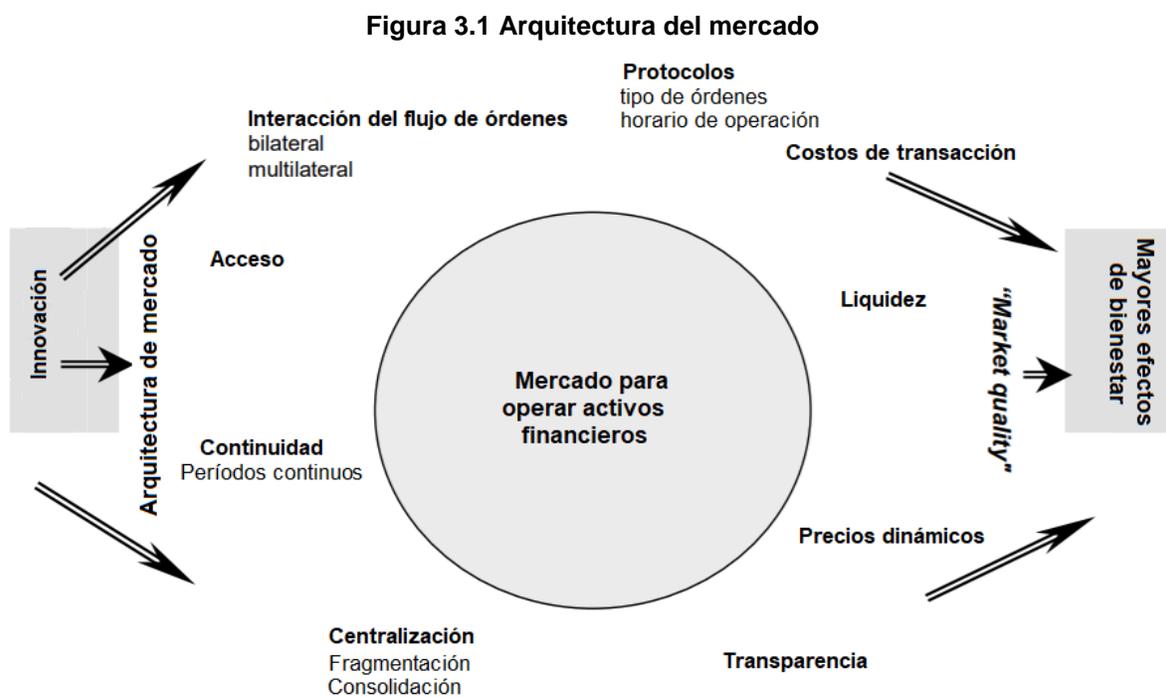
### **3.1.1. Características y Funciones Principales de Electronic Trading**

El término "*electronic trading*" abarca diversas actividades que forman parte del ciclo del comercio. Hace referencia a la transferencia de un activo financiero por parte del tenedor a una contraparte; en donde la fase de negociación y ejecución de las dos partes del intercambio, se realizan a través de un sistema electrónico.

*Electronic trading* engloba: envío de órdenes electrónicas, acceso a cotización de precios, transacciones realizadas en plataformas, mecanismos de liquidación, redes de comunicaciones electrónicas o plataformas de concesionarios y plataformas electrónicas alternativas tales como grupos de negociación privados.

Los mercados se pueden describir en términos de una serie de características clave que se combinan para determinar la forma de negociación que se produce. Estos aspectos de la arquitectura de mercado incluyen qué participantes tienen acceso a las diversas plataformas de negociación, el grado de transparencia en el proceso de negociación y los protocolos de negociación tales como los tipos de órdenes y los horarios de apertura

y cierre. En relación con esto, se incluyen aspectos del *market quality*<sup>21</sup> ampliamente definida, a través de los costos de transacción y la liquidez.



### Características Generales

<sup>21</sup> Capacidad del mercado para facilitar intercambios de activos financieros rápidamente y a precios justos. Cuanto mayor sea la calidad de un mercado, menores serán los costos para el inversor, lo que garantizará una mejor calidad de ejecución.

## Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

---

- Mercado continuo. El usuario pueda ingresar y transaccionar en cualquier momento a la plataforma (sistema), durante el periodo de operación de la bolsa.
- Compatibilidad con otros sistemas. El sistema ofrece interfaces para sus usuarios y para terceros.
- Múltiples bolsas de valores. El sistema permite interconexión con el sistema de otras bolsas de valores.
- Múltiples instrumentos. El sistema electrónico permite transaccionar otro tipo de instrumentos financieros como bonos, opciones, futuros, etc.
- Múltiples divisas. Los usuarios pueden transaccionar en diferentes monedas, por ejemplo, dólar americano, euro, libra esterlina, etc.

### Funciones para trading

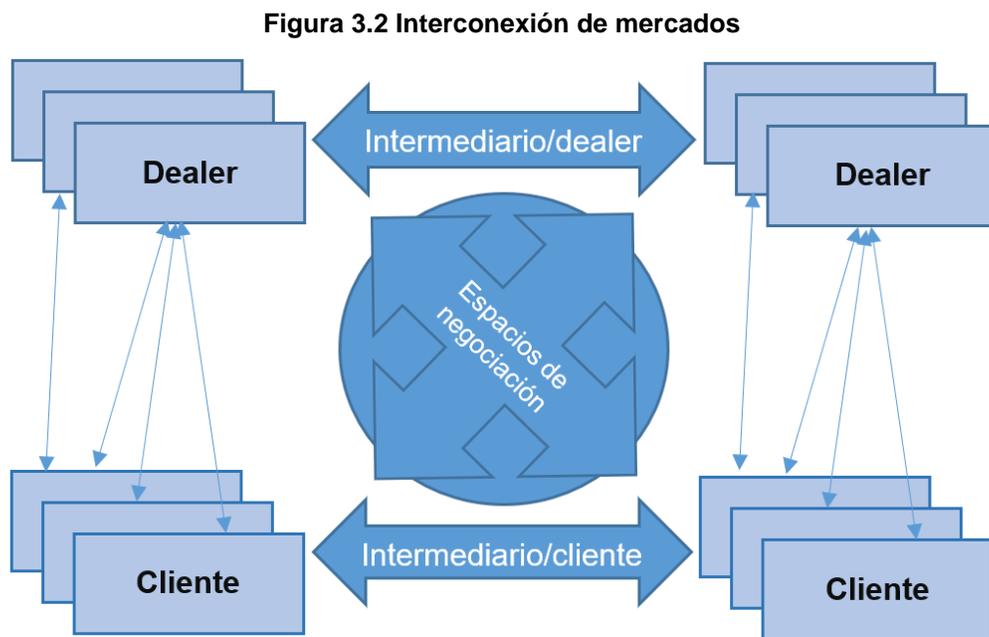
- Multiusuario. El sistema permite diferentes niveles de acceso, los cuales son reconocidos por el ID del usuario o contraseña.
- Visualización múltiple. Más de una ventana puede ser abierta, esto con el fin de tener acceso a diferentes activos financieros al mismo tiempo, o desplegar resultados numéricos, graficas, etc.
- Cancelación de órdenes. El sistema ofrece no solo la posibilidad de ingresar y ejecutar ordenes sino también de cancelarlas.
- Criterio de búsqueda. El sistema cuenta con un instrumento en específico para realizar búsquedas de activos financieros, tipos de órdenes, etc.
- Precios múltiples. El sistema puede calcular las cotizaciones con diferentes métodos.

### Funciones para el análisis

- Actualizaciones en tiempo real. El sistema actualiza la información generada en la bolsa, como cotizaciones, índices, órdenes ejecutadas, etc.
- Información en tiempo real. El sistema automáticamente actualiza la información en tiempo real de fuentes externas.
- Acceso a datos históricos. Es posible consultar bases de datos de la bolsa a través del sistema.

- Análisis técnico y estadístico. El sistema proporciona amplias funciones e indicadores para el análisis de acciones y otros instrumentos negociados.

Existe una gran cantidad de plataformas electrónicas que transaccionan entre intermediario/*dealer* y *dealer*/cliente, tanto en bolsas de valores como en mercados no organizados.



Fuente: *Johnson, B. (2011).* / Elaboración propia.

Los *Broker*<sup>22</sup>/*dealers*<sup>23</sup> han comenzado a asociarse en grupos para crear nuevos espacios de negociación, los cuales les permita competir contra las bolsas de valores. La figura 3.1 ilustra una estructura de mercado más fluida. Los espacios de negociación representan bolsas de valores, redes de comunicación electrónica, sistemas alternativos de trading y otras plataformas que cubren las brechas entre dealers y clientes.

### 3.1.2. Direct Market Access (DMA)

Hoy en día, existe una gran variedad de instrumentos financieros, desde acciones, bonos y metales preciosos, hasta una amplia diversidad de derivados; actualmente, estos instrumentos pueden comprarse y venderse con solo el clic de un botón.

El primer paso es abrir una cuenta en una institución financiera que opere en el sector bursátil. Esto se puede hacer electrónicamente o completando y enviando por correo electrónico los formularios apropiados. Se proporciona información personal, como nombre y dirección, esto permite a la institución financiera identificar al usuario, junto con información adicional sobre el nivel de experiencia y aversión al riesgo del inversor. Posteriormente se ingresa a la cuenta, se fondea con recursos a través de una transferencia o depósito bancario y una vez reflejados, se selecciona el activo financiero que se desea comprar o vender en determinada cantidad y precio. Basta con hacer clic con el mouse o tocar la pantalla, y la transacción se llevará a cabo. Desde la perspectiva de un inversionista, es simple y fácil, pero detrás de la interfaz funcional y sencilla para el usuario, es un proceso complejo respaldado por una impresionante infraestructura tecnológica.

El *direct market access (DMA)* representa el acceso directo a los libros de órdenes de diferentes mercados bursátiles y el control de la ejecución de órdenes de compra y venta

---

<sup>22</sup> Institución financiera que opera por cuenta de terceros; ejecuta órdenes a nombre de sus clientes. No abre ni mantiene posición, busca una contraparte para transaccionar y obtiene una comisión al servir como intermediario.

<sup>23</sup> Institución financiera que abre y mantiene posición a fin de negociar activos financieros por cuenta propia.

por parte de los inversores junto con el *buy-side*<sup>24</sup>, permitiendo realizar transacciones extremadamente rápido. Con el DMA, un inversor tiene transparencia total del libro de órdenes de una bolsa y todas sus órdenes de compra. Las plataformas de trading con acceso directo al mercado pueden estar integradas con estrategias de negociación basadas en algoritmos computacionales que simplifican el proceso de negociación y transacción para una mayor eficiencia, así como menores costos de transacción. Además, debido a que todo el sistema es electrónico, hay menores posibilidades de errores de negociación. La ejecución de órdenes es extremadamente rápida, por lo que los inversores pueden aprovechar mejor las oportunidades que se presentan y que a menudo son de muy corta duración.

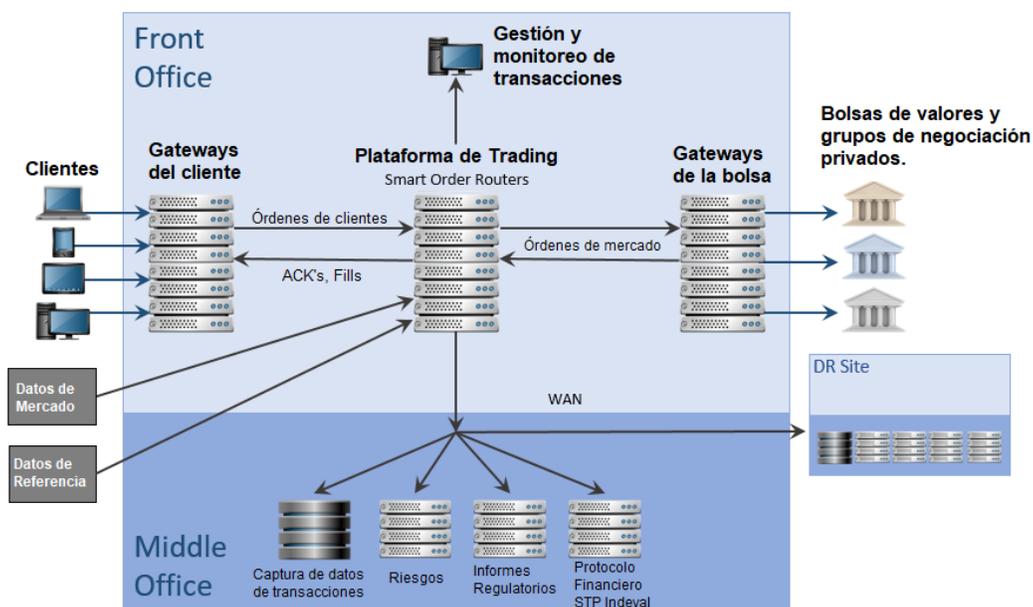
El DMA requiere de una infraestructura tecnológica necesaria para desarrollar una plataforma de trading con acceso directo a los mercados financieros, la cual frecuentemente comprende de grandes costos para su construcción y mantenimiento. Por lo que, generalmente las compañías del *sell-side*<sup>25</sup> ofrecen sus plataformas y tecnología a los inversores del *buy-side* por medio del DMA, de esta forma el *buy-side* obtiene acceso directo a los mercados financieros, logrando tener un mayor control de las actividades de trading, y asimismo facilitando la gestión de riesgos en sus portafolios de inversión.

#### Figura 3.3 Sistema Electrónico de Trading

---

<sup>24</sup> Instituciones financieras que adquieren grandes volúmenes de activos financieros por cuenta propia o de terceros, como fondos de inversión, fondos de pensiones, fondos de capital privado, fideicomisos, etcétera. Tienen como finalidad gestionar el riesgo, administrar el capital y buscan crear valor para sus clientes. Frecuentemente utilizan estrategias sofisticadas, y confidenciales para obtener ventaja sobre otros inversionistas.

<sup>25</sup> Se refiere a la parte de la industria financiera que participa en la creación, promoción y venta de instrumentos financieros. Desempeñan el papel de intermediarios entre los emisores de valores y el público inversionista, crean y dan servicio a los productos que están disponibles para el buy side.



Fuente: Solace, (2018). / Elaboración propia.

La figura anterior representa una plataforma de un enrutador<sup>26</sup> de órdenes inteligente; por un lado, se tienen los componentes del *front office*, integrado por los *gateways*<sup>27</sup> de los clientes, motores *smart order routers*<sup>28</sup>, gateways para el intercambio de información, sistemas de gestión y monitoreo de transacciones y, por último, los *gateways* de la bolsa. En el *front office*, se necesita una baja latencia y una alta tasa de envío de órdenes y transacciones entre los diversos componentes que lo integran. Por otra parte, encontramos los componentes del *middle office*, encargados de capturar los datos de las transacciones, la administración de riesgos, informes regulatorios y resguardo de valores; además del *DR site*<sup>29</sup>. El soporte de datos es necesario para garantizar que los inversores tengan acceso a sus cuentas, a toda la información y las funciones que se necesita, para poder operar a cualquier instante mientras los mercados se encuentren abiertos. Los reguladores del sector, como la CNBV y la SHCP, también necesitan de acceso al registro de todos los datos para dar cumplimiento a sus responsabilidades,

<sup>26</sup> Enrutador. Dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red. Su función consiste en enviar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes.

<sup>27</sup> Gateway. Dispositivo que actúa como traductor entre dos sistemas que no utilizan los mismos protocolos de comunicación o lenguaje, permite conectar diferentes redes entre sí.

<sup>28</sup> SOR. Sistemas de enrutamiento inteligente que tiene como objetivo optimizar la ejecución de órdenes mediante el uso de algoritmos avanzados. Dirige las órdenes a múltiples centros de negociación en busca de mayor liquidez.

<sup>29</sup>DR. Site. Instalación de organización que tiene como objetivo recuperar y restaurar la infraestructura tecnológica y de operaciones cuando el centro de datos primario no está disponible.

entre las principales destacan; supervisar que las operaciones se realizaron de manera oportuna y confiable, garantizar el respaldo de los datos, verificar que no existió manipulación alguna en la formación de precios, y comprobar el entorno de seguridad de las cuentas de los usuarios, evitando vulnerables ante posibles ataques cibernéticos.

### **3.1.3. Libro de Órdenes (Book Orders)**

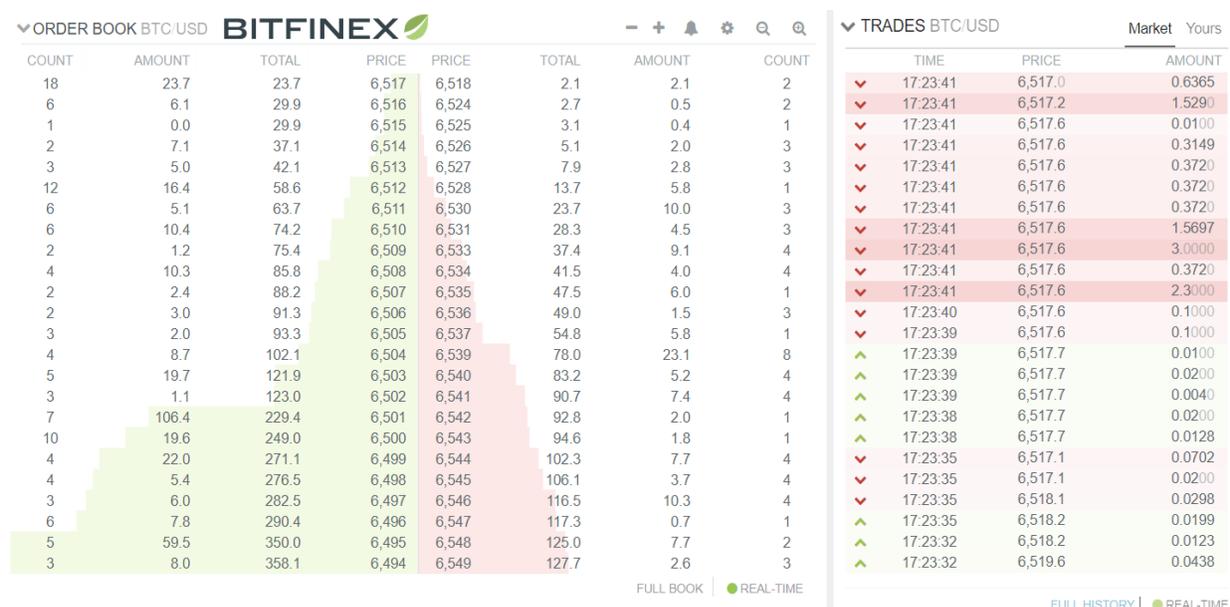
Es una lista electrónica de órdenes de compra y de venta sobre un activo financiero en particular; se encuentra organizado por niveles de precios y de tiempo, es dinámico y se actualiza constantemente en tiempo real durante todo el día; comúnmente a esta estructura de organización se le conoce como profundidad de mercado.

La profundidad de mercado, por ejemplo, despliega la cantidad de órdenes de un activo financiero particular ofertado y ofrecido, mostrando los volúmenes que desean ser transaccionados a cada determinado nivel de precios, ejecutando siempre en forma preferente la orden que contenga el mayor tiempo de emisión en el mercado.

La información del libro de órdenes ayuda a los operadores a tomar decisiones mejor informadas, ya que puede identificarse a los participantes del mercado detrás de las órdenes de compra y venta emitidas, y si el activo financiero que se está comprando o vendiendo es impulsado por inversores independientes o por instituciones, aunque algunos optan por permanecer en el anonimato.

**Figura 3.4 Libro de Órdenes**

## Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading



Fuente: Bitfinex, (2018).

En la figura 3.3 se puede visualizar un desequilibrio en las órdenes, este desequilibrio generalmente proporciona indicios sobre la dirección del activo financiero en el muy corto plazo. En este caso, existe un desbalance debido a que las órdenes de compra superan en volumen a las órdenes de venta, indicando posiblemente un movimiento hacia el alza y, por lo tanto, en el valor del activo financiero debido a la presión de compra. Además, el libro de órdenes también sirve para identificar los potenciales niveles de soporte y resistencia de un activo financiero. Una gran cantidad de órdenes de compra en un determinado precio, por ejemplo, puede indicar un nivel de soporte, mientras que una gran cantidad de órdenes de venta a un precio específico o cerca de este puede sugerir un área de resistencia.

### 3.1.4. Tipos de Órdenes

#### Orden de Mercado

Es un tipo de orden de compra o venta que se ejecuta inmediatamente contra el mejor precio disponible de compra (*bid*) o de venta (*ask*). Una orden de mercado de venta se asignará automáticamente con las órdenes de compra que cuenten con el mejor precio

### Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

---

disponible dentro del libro de órdenes; este proceso se realiza de la misma forma para una orden de mercado de compra, la cual se ejecutará inmediatamente con el mejor precio disponible en las órdenes de venta que contiene dicho libro.

Las órdenes de mercado a menudo se utilizan cuando se da prioridad a la ejecución rápida sobre el precio al que se ejecutará la orden. Una orden de mercado generalmente viene predeterminada en las plataformas de trading y es altamente probable que se ejecute debido a que no contiene restricciones en el precio, ni en el tiempo en el que se puede ejecutar. Una orden de mercado garantiza la ejecución, y a menudo tiene bajas comisiones debido al mínimo trabajo que los intermediarios financieros necesitan hacer.

Ejemplo:

Dentro del libro de órdenes el precio *bid* de un activo financiero es de \$50.00mxn, mientras que el *ask* es de \$51.00mxn, con un volumen de 500 y 700 acciones respectivamente. Si un usuario emite una orden de mercado de compra por 1,000 acciones, las primeras 700 acciones se ejecutarán al precio de *ask*, es decir a \$51.00mxn (mejor precio disponible para la venta). A partir de entonces, las 300 acciones restantes se ejecutarán para el siguiente nivel de precios, aumentando por arriba de \$51.00 y tomando la siguiente orden de venta disponible en el mercado.

#### Orden Limitada

Una orden limitada es uno de los tipos de orden más básicos y comunes. Permite al usuario o inversor especificar el precio y la cantidad a la que desea comprar o vender un activo financiero. Si bien la ejecución de una orden limitada no está garantizada, permite que el inversor tenga la oportunidad de comprar o vender a un precio objetivo, sin embargo, dependiendo del comportamiento del activo financiero, la orden limitada de compra o venta puede no llegar a ejecutarse.

Ejemplo: Si el precio actual de mercado para un activo financiero es \$250.00mxn y el usuario desea comprar dicho activo en un nivel más bajo, en \$245.00mxn; entonces el usuario debe colocar una orden limitada de compra en \$245. Si el precio de mercado de

### Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

---

del activo desciende a \$245.00mxn y hay una contraparte dispuesta a vender a dicho nivel de precio, la orden limitada será ejecutada.

#### Orden de Stop

Es una orden de protección contra pérdidas, se utiliza para activar una orden de mercado de venta o compra en un determinado nivel de precio. Para el caso de una posición larga, el stop de pérdida ejecutará inmediatamente una orden de mercado de venta cuando el valor del activo financiero disminuya y alcance el precio de activación de la orden. En el caso de un stop de pérdida para una posición corta, activará una orden de mercado de compra si el mercado eleva a su precio por encima del nivel establecido en la orden.

#### Ejemplo:

El precio actual de un activo financiero en el mercado es de \$250.00mxn, un inversor cuenta con una posición larga sobre ese activo, sin embargo, desea tener una protección ante una posible pérdida en caso de que el precio caiga, por lo tanto, activa una orden de stop de pérdida de venta en \$245.00MXN, la cual se ejecutará solo si el precio cae a \$245.00mxn o por debajo.

Si el inversor tiene una posición corta y el precio actual del mercado es \$250.00mxn, la protección ante una posible tendencia alcista en el precio es activar una orden de stop de pérdida de compra en \$255.00mxn.

#### Orden de Stop-Limitada

Combina las características de una orden de stop con una orden limitada, se ejecuta dentro de un rango de dos precios establecidos y no como una orden de mercado. El inversor requiere establecer dos precios, el primer nivel de precio es para una orden de stop, la cual se convertirá en una orden limitada una vez que se alcance dicho primer nivel, agregándose de forma automática al libro de órdenes; el segundo nivel de precio o precio limite, es el precio al cual se ejecutará la orden limitada de compra o de venta previamente emitida para un determinado activo financiero. Si el precio de mercado se

mueve lo suficientemente rápido y el gap<sup>30</sup> rebasa el precio límite, es muy probable que no haya suficiente volumen disponible por una contraparte y la orden quede incompleta. El principal beneficio de una orden stop-limitada es que el inversor tiene un control preciso sobre que rango de precios se debe ejecutar la orden.

Ejemplo:

El precio actual de un activo financiero es de \$195.00, un inversor desea comprar dicho activo una vez que el precio de mercado alcance los \$200.00mxn, asimismo espera que esta tendencia alcista se confirme, para poder enviar una orden limitada cuando alcance los \$203.00mxn; por lo tanto, decir emitir una orden stop limitada con un primer nivel de precio en \$200.00mxn y como segundo nivel en \$203.00mxn. La orden será activada si el precio de mercado llega al nivel de \$200.00mxn, y comenzará a ejecutarse una vez que el precio de mercado alcance el nivel de los \$203.00mxn, si el precio bid se mueve a \$203.01 o por arriba, entonces la orden puede quedar incompleta debido al precio límite.

En el caso de una posición corta, el inversor establece los dos niveles de precio, el precio stop sobre los \$200.00mxn, mientras que el precio limite en los \$197.00mxn; una vez que la tendencia bajista alcance el precio de mercado de \$200.00mxn, la orden de venta será activada y comenzará a ejecutarse una vez que el precio de mercado alcance el precio límite de \$197.00mxn, si el precio *ask* se mueve a \$196.99 o por debajo, entonces la orden puede quedar incompleta.

#### Orden Trailing Stop %

La *orden trailing stop %*, es una orden de stop de pérdida que proporciona flexibilidad sobre una posición larga o corta, se configura por una cantidad determinada o porcentaje del precio de mercado de un activo financiero. Tiene como finalidad proteger las ganancias del inversor al permitir que una posición permanezca abierta y continúe obteniendo ganancias y se ejecuta una vez que el precio de mercado de dicho activo va

---

<sup>30</sup> Ruptura entre precios en un gráfico. Se produce cuando el precio de un activo financiero hace un movimiento brusco hacia arriba o hacia abajo sin que se produzca ninguna operación intermedia.

en contra del inversor. Un inversor activa una orden *trailing stop* para una posición larga por debajo del precio de mercado; mientras que, para una posición corta se establece la cantidad por arriba del precio de mercado.

Ejemplo:

Un inversor ha mantenido en una posición larga desde \$100.00mxn, después de un aumento rápido, el precio de mercado actual es de \$120.00mxn. El inversor en este precio activa una orden de *stop trailing* con una distancia de precio de 5, es decir, se ejecutaría una orden de mercado de venta en \$115.00mxn, sin embargo, el precio de mercado continúa subiendo, llegando hasta \$135.00mxn y aumentando como consecuencia a \$130.00mxn el nivel al que se ejecutará la orden *stop trailing*, permaneciendo siempre 5 detrás del precio de mercado.

Para el caso de una posición corta teniendo como precio de mercado \$100.00mxn, al emitir una orden de *stop trailing* a este nivel, la orden se mantendrá activa y se ejecutará como una orden de mercado de compra a un nivel de \$105.00mxn, si el precio del activo financiero tiene una tendencia bajista y alcanza un nivel de \$90.00mxn, la orden *stop trailing* y su ejecución se ajustará a \$95.00mxn.

#### 3.1.5. Dark Pools

Los *dark pools* se han convertido en una parte importante de los mercados de valores mundiales; han tomado un papel de competidor y una alternativa a las bolsas de valores tradicionales. Son plataformas de negociación privadas operadas principalmente por casas de bolsa y bancos. Para la mayoría de los inversores, los "*dark pools*" son un misterio, muchos de ellos ni siquiera saben lo que son. Los *dark pools* son sistemas de trading electrónicos alternativos, si bien operan de forma muy similar a las bolsas de valores; la gran diferencia es que las órdenes emitidas son oscuras, lo que significa que la identidad, el tamaño y el precio de las órdenes no son desplegadas en el libro de órdenes hasta que se ejecute la operación en su totalidad.

La falta de transparencia<sup>31</sup> en este tipo de mercados, en algunas ocasiones puede llegar a limitar el monto de operación e interacción, principalmente porque los participantes ignoran la posición de la contraparte, desconocen la información de la profundidad de mercado, y asimismo cuentan con menores indicios sobre una posible tendencia alcista o bajista. Estos grupos de negociación privada necesitan de los mercados tradicionales ya que así es como determinan el precio de un activo financiero; utilizan de referencia a los mercados organizados, de donde obtienen su benchmark o nivel de precios. Dichos grupos en realidad se encuentran supervisados, sin embargo, en cuanto a materia de legislación se refiere, aún es mínima. A medida que los *dark pools* han ido creciendo, los reguladores y supervisores se han interesado más en entender la forma en cómo funcionan, enfrentándose a nuevos retos regulatorios.

Originalmente, estas entidades fueron creadas para que los inversores institucionales<sup>32</sup> pudieran comprar y vender grandes cantidades de acciones con otros inversores institucionales sin causar un gran impacto en el precio del mercado. Por ejemplo, una orden de compra o venta con un gran bloque de volumen fácilmente puede ser percibida por los demás inversores, además de que se puede observar el accionar de terceros, lo que puede traer como consecuencia un impacto en el precio del activo y por lo tanto un cambio. Actualmente, los *dark pools* ya no son exclusivos de las grandes instituciones, al igual que las bolsas de valores necesitan de un mayor número de inversores para transaccionar y permiten intercambios de menor tamaño; buscan tener un mayor número de órdenes de compra y venta que les permita crear y tener mayor liquidez para atraer a más participantes.

La segmentación de los intermediarios financieros y del trading electrónico ha permitido que se originen este tipo de mercados paralelos; una gran parte de la negociación en los *dark pools* se centra en transacciones de menor tamaño, ya que los broker/dealers primeramente dirigen a sus propias plataformas privadas las órdenes de sus clientes

---

<sup>31</sup> Representa la cantidad de información de mercado disponible antes y después de que se ha realizado una transacción.

<sup>32</sup> Organización que invierte en nombre de sus miembros; cuenta con los recursos y el conocimiento especializado para analizar exhaustivamente una variedad de opciones de inversión que no están disponibles para los inversores minoristas: instituciones de crédito, fondos de inversión, fondos de cobertura, fondos de pensiones y compañías de seguros.

casándolas entre ellas o contra sus propias posiciones, y las no ejecutadas son enviadas posteriormente a las bolsas de valores.

### Tipos de *dark pools*

- **Broker-dealer owned:** Están conformados por grandes compañías de broker-dealers, dirigidos particularmente a sus clientes, además de que cuentan con una posición y la participación de sus propios operadores. Estos grupos de negociación determinan el nivel de precios mediante el flujo de órdenes, por lo que existe un elemento de formación de precios.
- **Agency broker or exchange-owned:** Son grupos de negociación que actúan como intermediarios, su función es colocar las órdenes de sus clientes y encontrar una contraparte, dispuesta a tomar la posición opuesta interactuando entre sí en condiciones de anonimato, en este tipo de *dark pool* los agentes no cuentan con una posición. El nivel de precios es determinado a través de un promedio entre el ask y el bid de diversos exchanges, dejando a un lado la formación de precios.
- **Electronic market makers:** *Dark pools* creados por operadores independientes, al igual que el dealer actúan por cuenta propia, es decir, mantienen posiciones propias. Ofrecen a los inversores un aspecto diferencial único para el trading: anonimato y sin publicar precio y sin registrarlo. No hay obligación de mostrar públicamente las órdenes de compra y la venta.

### 3.1.6. Impacto de Electronic Trading en los Mercados Financieros

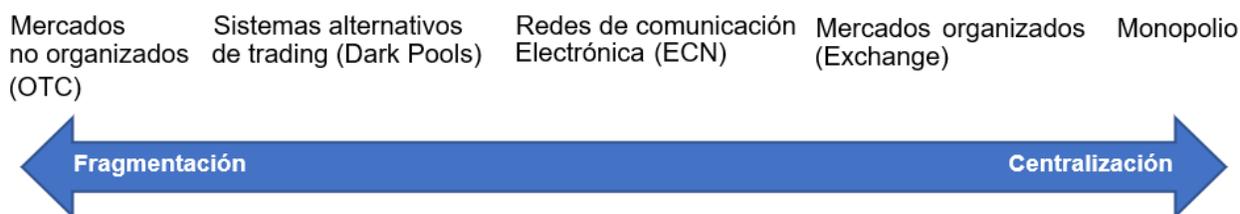
#### 3.1.6.1. Fragmentación del Mercado

El término se refiere a cómo están estructurados los mercados financieros. Normalmente, un mercado puede ser centralizado cuando la mayoría, si no la totalidad de activos financieros se transacciona en uno o dos centros bursátiles, o fragmentado donde los inversores envían sus órdenes a numerosos centros de negociación que compiten entre sí para poder captar el flujo de órdenes.

Existe una clara diferencia entre mercados centralizados y fragmentados, ya que los mercados centralizados pueden proporcionar mayor profundidad, mayor certeza en la ejecución de órdenes y mayor transparencia en términos de información de precios. Sin embargo, un mercado concentrado puede conducir a un comportamiento monopolístico en el que los intermediarios bursátiles podrían tener el incentivo para aumentar los costos de negociación y reprimir la innovación.

Por el contrario, un mercado fragmentado proporciona los beneficios de una mayor competencia para el flujo de órdenes y mayores incentivos para introducir nuevas formas innovadoras de negociar activos financieros. A pesar de ello, estos beneficios pueden verse afectados con costos potencialmente mayores por la búsqueda de encontrar liquidez suficiente, con una transparencia reducida en los precios de los activos financieros e incertidumbre en la ejecución del pedido.

**Figura 3.5 Fragmentación de mercados**



Fuente: Fuente: *Johnson, B. (2011).* / Elaboración propia.

En los mercados financieros con mayor capitalización de mercado y más desarrollados, la tendencia actual ha sido hacia mercados más fragmentados, ya que los beneficios de varios lugares de negociación y competidores (conectados a través de computadoras de alta velocidad y enlaces de comunicaciones) parecen superar las ventajas de una estructura de mercado concentrado.

La fragmentación del mercado tiene costos y beneficios, por una parte, tiene el potencial de dificultar las transacciones al segmentar la liquidez, pero por la otra, también puede aumentar la eficiencia a través de la innovación y la competencia intensificada. Este fenómeno de fragmentación ha colocado nuevas demandas por parte de los inversores y representa grandes retos para los intermediarios y reguladores.

- Una constante regulación requiere de mayores recursos, lo que ha desencadenado inversiones costosas por parte de los intermediarios bursátiles para dar cumplimiento en materia regulatoria. Además del incremento en los costos de regulación, la fragmentación ha complicado la operatividad en los mercados financieros, volviéndolos más sofisticados y, por ende, aumentando los riesgos operativos.
- A medida que los mercados se vuelven más fragmentados, las preocupaciones sobre la complejidad se multiplican. La entrada de nuevos espacios de negociación aumenta sustancialmente la información y la actividad que los participantes del mercado deben monitorear, ya que cada mercado reacciona a los cambios de forma diferente.
- Para monitorear todos los sistemas alternativos de trading, los participantes deben pagar comisiones de conexión y datos a cada lugar independientemente de su importancia, aumentando los costos. Los costos adicionales han generado que sea difícil para los competidores más pequeños.
- La complejidad puede, a su vez, crear nuevos riesgos operativos. Cada plataforma de negociación utiliza protocolos de tecnología y comunicaciones diferentes y, a menudo. La necesidad de desarrollo de un software comercial que sea compatible con múltiples plataformas de negociación aumenta la probabilidad de problemas técnicos, que son cada vez más comunes.

Las plataformas electrónicas compiten de formas diferentes. Por ejemplo, algunos compiten por su capacidad para enlazar de forma más eficientes a los participantes del mercado, esto incluye tratar de hacer menos costoso para los inversores encontrar una contraparte, la cual tenga una posición que se adapte a sus necesidades. Otros intermediarios bursátiles ofrecen plataformas que buscan conectar a los usuarios finales directamente entre ellos. La mayoría de las plataformas compiten en cierta medida por la información que ponen a disposición de los participantes, tanto antes como después de la negociación.

### 3.1.6.2. Transparencia

La transparencia juega un papel importante en las mejoras de ejecución y el *quality market*; representa la cantidad de información de mercado disponible antes y después de que se ha realizado una transacción, siendo una parte fundamental en el trading eficiente. Por lo general, la transparencia de precios se refiere al grado en que está disponible la información sobre los precios *bid*, los precios *ask* y el volumen de negociación para una acción específica. Las plataformas alternativas de negociación tienden a ser menos transparentes que las bolsas de valores.

### 3.1.6.3. Costos de Transacción

Las mejoras tecnológicas aunado a una constante renovación de la infraestructura por parte de los intermediarios bursátiles han tenido como consecuencia una reducción en los costos de transacción. Esto ha derivado en una innovación más intensa y una mayor competencia en el sector, sin embargo, también ha representado grandes gastos en infraestructura que implican sistemas costosos, los cuales interrelacionan a múltiples foros de negociación, nuevos tipos de órdenes, nuevos regímenes de precios y nuevas estrategias de negociación.

Los costos de transacción comprenden más que solo comisiones de intermediación y el diferencial del precio *bid* y *ask*. La tendencia del mercado a analizarlos y desglosar las diferentes tasas ha ayudado a que sea mucho más fácil cuantificar los costos reales en los que se incurre cuando se transacciona. Los diferentes componentes del costo total se clasifican en costos explícitos y costos implícitos que diferirá según el activo financiero, tamaño de la orden, las condiciones de mercado y las estrategias de negociación.

#### Costos explícitos

##### Comisiones (Commissions)

Pago realizado a los agentes de bolsa para la ejecución de operaciones y servicios correspondientes, tales como enrutamiento de órdenes y gestión de riesgos. Las comisiones se expresan comúnmente por acción (centavos por acción) o en función del

## Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

---

valor total de transacción (algún punto base del valor de transacción). Los cargos de la comisión pueden variar según:

- La institución financiera (en función del volumen de negociación)
- Por tipo de operación (efectivo, programa, algoritmos o DMA).
- Dificultad de negociación, donde las operaciones más sencillas reciben una tasa menor y las operaciones más difíciles una tasa más alta.

### Porcentaje por operación (Fees)

La cuota que se cobran durante la ejecución de una orden incluye los cargos por comisión de los corredores de piso, costos de compensación y liquidación, y tarifas de transacción de la BMV. Con mucha frecuencia, los intermediarios agrupan estas tarifas en el cargo total por comisiones.

### Spreads

El spread es la diferencia entre el precio máximo al cual el mercado está dispuesto a comprar (*bid*) y el precio mínimo al cual el mercado está dispuesto a vender (*ask*). Su objetivo es recompensar a los formadores de mercado por riesgos asociados al tener y mantener una posición mientras se compensa en el mercado. Este componente del costo está enfocado a retribuir el riesgo potencial de la selección adversa o las transacciones realizadas por inversionista informado.

### Impuestos (Taxes)

Los impuestos son un gravamen con base a las ganancias realizadas. Las tasas de impuestos variarán según la inversión y el tipo de ganancia. Por ejemplo, las ganancias de capital, las ganancias a largo plazo, los dividendos y las ganancias a corto plazo pueden gravarse en diferentes porcentajes.

### Costos implícitos

#### Costos de retraso (Delay cost)

El costo de retraso representa la pérdida en el valor de la inversión entre el momento en que el inversionista toma la decisión de invertir y el momento en que la orden se lanza al

mercado y se ejecuta. Los *traders* que compran acciones al alza y venden acciones a la baja incurrirán en un costo por demora. El costo de retraso puede ocurrir por muchas razones. En primer lugar, el costo de retraso puede surgir porque los *traders* dudan en realizar una operación. En segundo lugar, el costo puede ocurrir debido a la incertidumbre que rodea a quienes son los intermediarios más "capaces" para ejecutar una orden en particular. Algunos intermediarios bursátiles tienen mayor capacidad de realizar transacciones con ciertas acciones o instrumentos y otros más capaces en ciertas condiciones de mercado. En tercer lugar, los *traders* pueden decidir posponer la transacción debido a creen que pueden presentarse mejores precios. En cuarto lugar, los *traders* pueden, involuntariamente, transmitir información al mercado sobre sus intenciones y el tamaño de la orden (fuga de información). En quinto lugar, puede ocurrir un movimiento de cambio de precio durante la noche. Por ejemplo, el precio de las acciones a menudo cambia entre el cierre y la apertura.

#### Apreciación del precio (*Price appreciation*)

Representa cómo evolucionaría el precio de las acciones en un mercado sin ninguna incertidumbre (movimiento natural del precio). La apreciación del precio también se conoce como tendencia del precio. Representa el costo asociado con la compra de un activo financiero en un mercado en crecimiento o la venta del activo en un mercado en descenso.

#### Impacto de mercado (*Market impact*)

Es el movimiento en el precio del activo financiero ocasionado por una operación u orden en particular. Es uno de los componentes de costos de transacción más costosos y resulta en un movimiento adverso del precio y un lastre para el rendimiento. El impacto de mercado ocurrirá debido a la demanda de liquidez (temporal) del inversionista y el contenido de información (permanente) del intercambio. El componente del costo debido a la demanda de liquidez se refiere a la situación en la que los inversores que desean comprar o vender acciones en el mercado no tienen suficientes contrapartes para completar la orden.

#### Pérdida o ganancia obtenida en el tiempo (*Timing risk*)

El *timing risk* se refiere a la incertidumbre que rodea el costo de transacción estimado. Consiste en tres componentes: volatilidad del precio, riesgo de liquidez y error de estimación de parámetro. La volatilidad de los precios hace que el precio de los activos financieros sea mayor o menor que el estimado debido al movimiento del mercado y al ruido. El riesgo de liquidez genera un impacto en el costo de mercado debido a las fluctuaciones en la cantidad de contrapartes en el mercado. El riesgo de liquidez depende de los volúmenes, los patrones de trading intradía, así como la presión adicional de compra y venta de todos los participantes en el mercado. El error de estimación es el error estándar o incertidumbre que existe en el comportamiento del precio de un activo, se encuentra durante el proceso de una transacción y rodea los parámetros del impacto de mercado.

### Costo de oportunidad (*Opportunity cost*)

El costo de oportunidad es una medida de la ganancia no obtenida o una pérdida evitada como consecuencia de no poder ejecutar una orden en su totalidad. Las principales razones por las que puede existir un costo de oportunidad son debido al movimiento adverso de los precios y liquidez insuficiente. En primer lugar, si los *traders* o inversionistas compran un activo financiero que está subiendo, tienen la oportunidad de cancelar el volumen de la orden no completada, mientras el precio del activo financiero se vuelve demasiado caro, lo que resulta en una ganancia no obtenida. En segundo lugar, si los *traders* no pueden ejecutar la orden completamente debido a la liquidez insuficiente del mercado (por ejemplo, falta de contrapartes), nuevamente se perderá una ganancia como porcentaje de el volumen del activo financiero no ejecutado, debido principalmente al movimiento favorable del precio.

### 3.1.6.4. Impacto de Mercado

El crecimiento de *electronic trading* y su penetración en los mercados está trayendo como consecuencia un incremento en la automatización de los sistemas y las plataformas de trading. Estos sistemas operan principalmente en las partes más líquidas y estandarizadas de los mercados financieros. Este ascenso ha traído cambios

irreversibles en los mercados globales, reduciendo los costos de creación y operación de mercado en las siguientes formas:

- Los dealers han conseguido replicar el comportamiento de creación y operación de mercado mediante la automatización de cotizaciones y transacciones, lo que facilita la identificación y ejecución más rápida de las órdenes. Esto ha permitido a los dealers sustituir operadores por sistemas computacionales, disminuyendo los costos de operación.
- Aumento en la velocidad de negociación. El período de espera para la ejecución de una orden se ha reducido al disminuir los costos de acceso a un mayor número de redes electrónicas con gran liquidez. Mientras que, los proveedores de liquidez no convencionales buscan nuevas formas de transaccionar directamente con los inversores finales, haciendo uso de estas redes de comunicación electrónica.
- La tecnología ha brindado a los *broker/dealers* la posibilidad de internalizar los flujos de órdenes de una forma más eficiente, proporcionando mayores economías de escala que beneficien la negociación de activos financieros dentro de estas firmas.
- La internalización de los flujos también permite a los *broker/dealers* reducir la cantidad de fugas de información que se genera cuando las transacciones se realizan a través de las bolsas de valores. Esto se ha convertido en un factor importante, debido al hecho de que las principales casas de bolsa y bancos compiten directamente en ciertos mercados de intermediación bursátil.
- Ha facilitado a los dealers la función de monitorear el comportamiento de sus clientes con respecto al cambio en la oferta y la demanda de los activos financieros, esto como respuesta a las noticias económicas y financieras.
- Las mejoras tecnológicas han reducido los costos de transacción y una constante renovación de la infraestructura por parte de los intermediarios bursátiles, lo que lleva a una innovación más intensa y a una mayor competencia en este sector.
- Crecimiento masivo en el volumen de operaciones y disminución a largo plazo en el tamaño de las órdenes

- Cambio en el comportamiento de los inversores y del *buy-side*. Han profundizado el uso de sus estrategias de ejecución, en particular algoritmos complejos.

### 3.2. Algorithmic Trading

El aumento de las transacciones electrónicas ha permitido un mayor uso de la negociación automatizada (incluidas las transacciones algorítmicas y de alta frecuencia) en los mercados de renta variable, divisas, de derivados, y parte de los mercados de renta fija.

Un algoritmo es un conjunto de instrucciones para realizar una tarea determinada. En el contexto de la ejecución algorítmica, esto significa que un algoritmo de negociación simplemente define una serie de pasos necesarios basados en reglas de tiempo, precio, cantidad o cualquier modelo matemático; es decir se transaccionan activos financieros con parámetros específicos dentro de los mercados financieros.

Los algoritmos ejecutan órdenes de compra y venta de acciones, bonos, divisas, tracs y una gran cantidad de instrumentos derivados, además de ser parte fundamental dentro de las estrategias de inversión para alcanzar los objetivos establecidos por inversores. La evolución del trading ha proporcionado a los inversores ejecuciones más eficientes y, a su vez ha reducido los costos de transacción; el resultado es un mejor rendimiento en el portafolio de inversión. *Algorithmic trading* no es un fenómeno reciente, pero su intensidad, volumen y la velocidad a la que se realiza han traído consigo mismo un crecimiento fuerte en la última década. También se le conoce como "*automated trading*", "*black box*" y "*robo trading*". Cabe destacar, que la constante evolución de los algoritmos y la creciente necesidad de personalización llevan consigo un ciclo continuo de innovación y consolidación.

La ejecución de los algoritmos está controlada por una serie de parámetros, los cuales proporcionan límites. Estos parámetros se pueden dividir en genéricos y específicos. Por ejemplo, los parámetros específicos se utilizan para definir el porcentaje de cuánto puede variar el precio promedio ponderado por volumen o VWAP de una orden con respecto

del volumen histórico. Por su parte, los parámetros genéricos representan los detalles comunes de la ejecución del algoritmo, por ejemplo:

- Tiempo de inicio y final de operación
- Duración
- Volumen
- Tipo de ejecución (agresivo o pasivo)

Las negociaciones a través de algoritmos computacionales están evolucionando de forma similar al comercio electrónico. Inicialmente, cada intermediario financiero ofrecía soluciones independientes, adoptando su propio código, funcionamiento, control y nombre, no obstante, poco a poco, los algoritmos han comenzado a estandarizarse. Esto ha permitido a los inversores y *traders* cambiar de *broker/delear* más fácilmente.

### 3.2.1. Clasificación de Estrategias Algorítmicas

Un algoritmo de ejecución es simplemente un conjunto de instrucciones usadas para ejecutar una orden. Las estrategias algorítmicas se pueden categorizar ampliamente en tres grupos con base en su funcionamiento y en los objetivos establecidos por el *trader* o inversor. Estos algoritmos son impulsados por el impacto de mercado, por los costos y por el oportunismo. El siguiente recuadro muestra esta clasificación de forma general.

**Tabla 3.6 Características de los Algoritmos**

Tipo	Enfoque	Algoritmo	Benchmark		Sensibilidad	
			Dinámico	Predeterminado	Precio	Volumen
Impact Driven	Tiempo	TWAP	√			
	Volumen	VWAP	√			
		Percentage of Volume		√		•
	Impacto	Minimal Impact	√		o	o
Cost Driven	Precio/Riesgo	Implementation Shortfall		√	o	o

### Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

		Adaptive market		√	●	o
		Market on Close	√		o	o
Opportunistic	Precio	Price Inline		√	●	o
	Liquidez	Liquidity Driven		√	o	o
	Pair Trading	Pair/Spread Trading		√	●	

● o a  
frecuente veces

Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

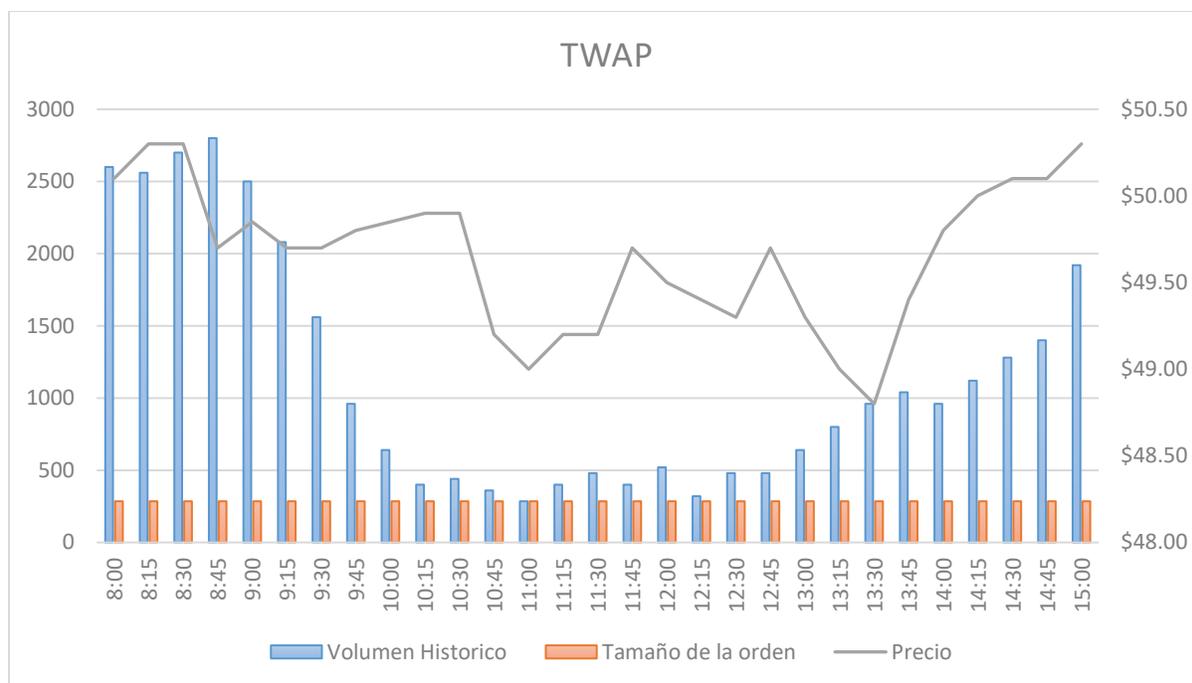
#### Impact Driven Algorithms (Primera Generación)

Estos algoritmos evolucionaron a partir de estrategias simples para particionar órdenes de gran tamaño. Al dividir las órdenes de gran volumen en órdenes secundarias más pequeñas, se trata de reducir el impacto de mercado causado en el precio del activo debido a la ejecución de una orden de compra o venta. De esta forma se busca minimizar el costo total generado por la oferta o la demanda que ocasiona dicha orden.

#### TWAP

La estrategia consiste en dividir una orden con gran volumen de acciones en órdenes de menor volumen. Se tiene como objetivo ejecutar las órdenes de manera uniforme durante un período de tiempo específico. El algoritmo TWAP se utiliza para reducir el impacto de mercado mediante la ejecución de órdenes cercanas al precio promedio entre la hora de inicio y la hora de finalización.

**Figura 3.7 Perfil del Algoritmo TWAP**



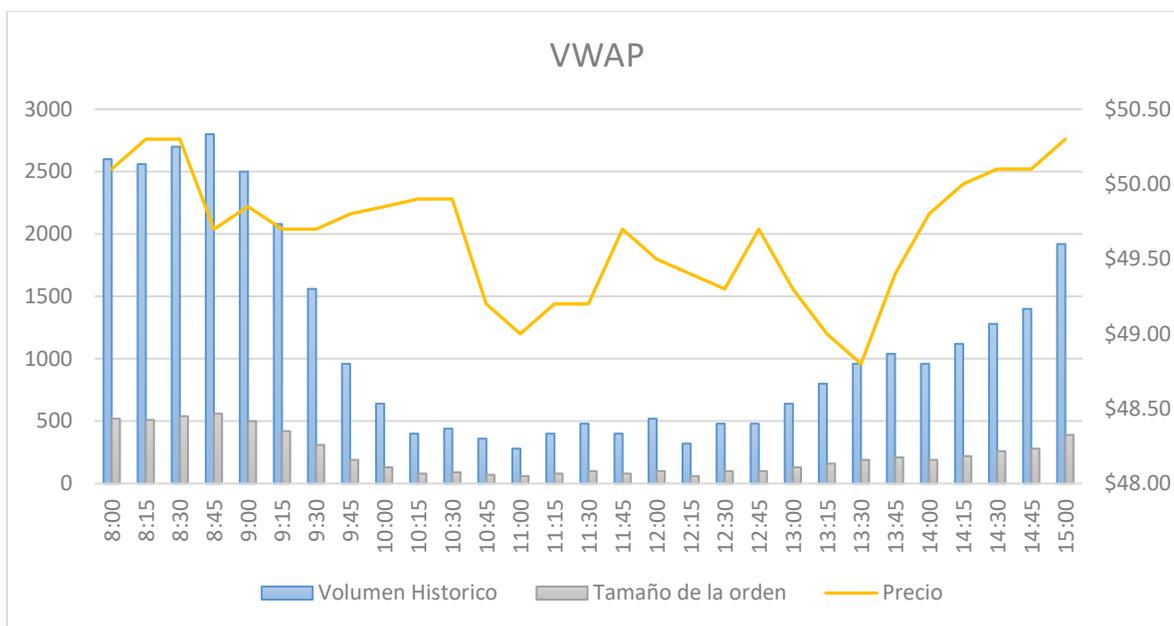
Fuente: Fuente: *Johnson, B. (2011).* / Elaboración propia.

El precio promedio ponderado por el tiempo (TWAP, por sus siglas en inglés) es un precio promedio, refleja cómo ha evolucionado el precio de mercado del activo financiero en el tiempo. Por lo tanto, los algoritmos de ejecución que intentan alcanzar o replicar este punto de referencia basando generalmente en un cronograma uniforme basado en el tiempo.

### VWAP

El precio promedio ponderado por volumen para un intervalo de tiempo determinado es el valor total operado dividido entre el volumen total operado. Esta estrategia es utilizada por inversionistas institucionales para mitigar principalmente el impacto de mercado de grandes bloques de acciones. Con la ayuda de este tipo de algoritmos matemáticos, el VWAP beneficia a las grandes instituciones determinando el precio promedio ponderado para comprar y vender acciones con base en el volumen.

**Figura 3.8 Perfil del Algoritmo VWAP**



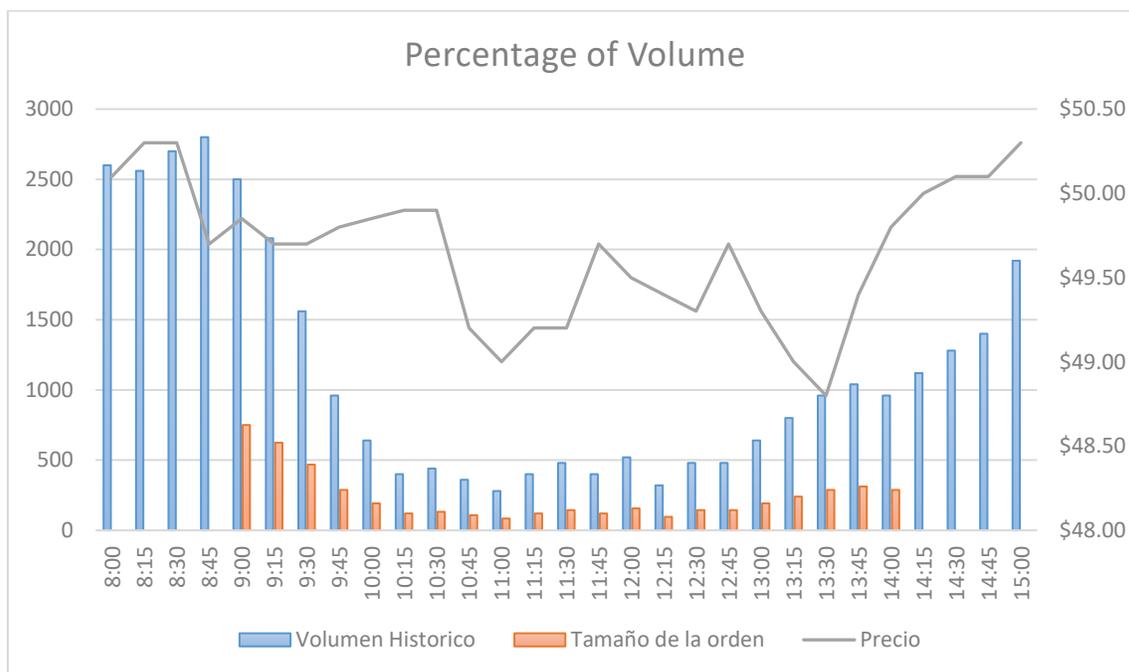
Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

Si bien es cierto que las órdenes a través del algoritmo TWAP son simplemente la ejecución de órdenes uniformes a lo largo de la sesión de remates; por lo general el envío de órdenes mediante un algoritmo VWAP también debe de operarse en proporciones correctas. La sesión de remates se divide en intervalos de ejecución, cuya duración se determina de forma óptima por el algoritmo para reducir el impacto en el mercado. Al no conocer el volumen de negociación a operarse durante la sesión de remates, el algoritmo VWAP envía regularmente órdenes al mercado en función de una curva de distribución representativa del volumen histórico del activo financiero seleccionado. La dependencia en los datos históricos puede volver vulnerable a este algoritmo a los cambios repentinos de volumen y liquidez.

### Percentage of Volume (POV)

El algoritmo de participación tiene como objetivo seguir (en tiempo real) los volúmenes de intercambio en el mercado respetando un nivel objetivo de participación.

Figura 3.9 Perfil del Algoritmo POV



Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

A diferencia de los algoritmos TWAP y VWAP, donde los intervalos de operación pueden estar predeterminados, para el algoritmo POV los intervalos de operación están determinados dinámicamente. El algoritmo busca operar en el mercado en un determinado porcentaje o tasa en proporción con el volumen de mercado. Por ejemplo, una orden POV del 10% para una acción con un volumen de negociación diaria de 50 mil acciones debería dar como resultado una ejecución de 5 mil acciones. Cabe destacar que, aunque el algoritmo es dinámico, no puede predecir el volumen de mercado. Por lo tanto, reacciona con base en las transacciones realizadas manteniéndose en línea con el volumen operado.

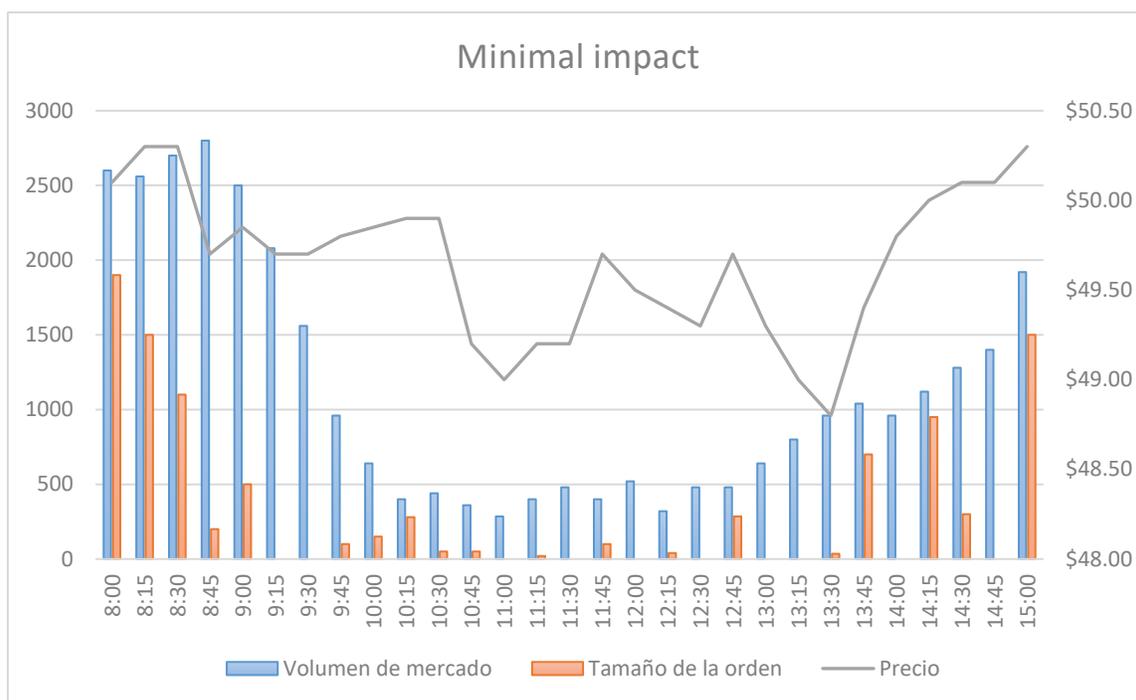
Una consideración de este algoritmo es la respuesta al volumen transaccionado, si simplemente la orden a ejecutar se particiona en órdenes secundarias cada cierto periodo de tiempo, puede terminar en un patrón de trading fácilmente predecible.

### Minimal Impact

Los algoritmos Minimal impact representan una progresión de los algoritmos VWAP y POV. En lugar de perseguir un benchmark de mercado en conjunto con el volumen, solo se enfocan en minimizar el impacto de mercado. Las señales de riesgo tienen una importante consideración para estos algoritmos, ya que representan un potencial de pérdidas debido a la información enviada a los participantes del mercado, esto como consecuencia de los patrones de operación del algoritmo. Su principal característica es tomar ventaja de las facilidades ofrecidas por los *dark pools*, los sistemas alternativos de trading (ATS, por sus siglas en inglés) y los cruces internos de las plataformas de los *brokers/dealers*.

La versión más simple se basa en enrutar la orden a un *dark pool* utilizando una orden oculta para reducir el riesgo y dejándola. Aunque la tasa de ejecución en algunos ATS puede ser bastante baja, la mayoría de los algoritmos envían ordenes por separado para asegurar un precio razonable de ejecución. Alternativamente, algunas estrategias pueden ajustar dinámicamente el tamaño total de la orden, lo que les permite enviar ordenes condicionales. Es decir, enviar simultáneamente la orden completa y órdenes secundarias a diferentes plataformas de negociación, las cuales trabajan de forma paralela.

Figura 3.10 Perfil del Algoritmo Minimal Impact



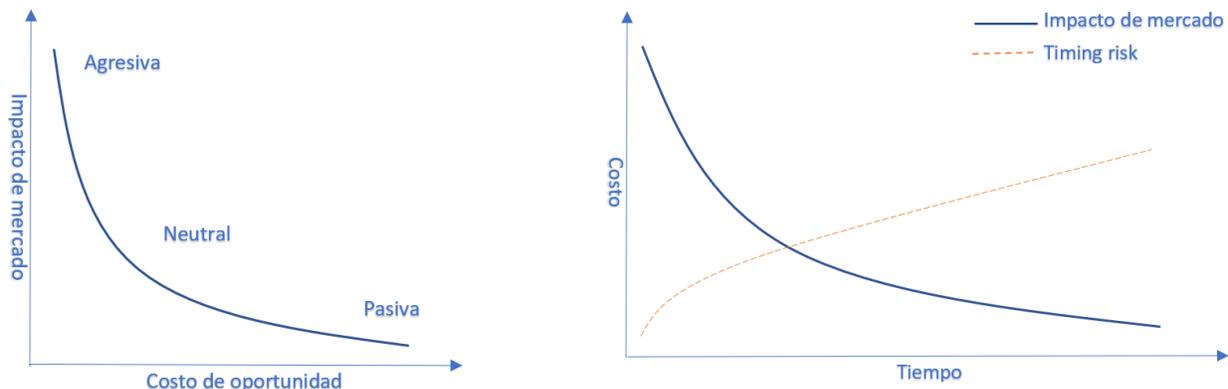
Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

Las órdenes de volumen considerable corresponden a cruces en ATS, las cuales generalmente se ejecutan a un precio medio para el mercado principal. Mientras que, las órdenes con un volumen menor se ejecutaron en el mercado principal y ECN.

#### Cost Driven Algorithms (Segunda Generación)

La característica de estos algoritmos es que tratan de disminuir los costos de transacción promedio. Toman en consideración el impacto de mercado y el *timing risk* e incluso las tendencias del precio. Al ejecutar una orden de gran tamaño el impacto de mercado puede ser minimizado particionando la orden en órdenes secundarias, sin embargo, se encuentra expuesta a un mayor *timing risk*, particularmente a la volatilidad de los activos financieros. Por lo tanto, los algoritmos *cost driven* tienen como objetivo reducir el *timing risk* y el impacto de mercado buscando alcanzar un equilibrio entre ellos. Los algoritmos *cost driven* evolucionaron de los algoritmos *impact driven* incorporando el factor *timing risk*.

Figura 3.11 Impacto de Mercado y *Timing Risk*



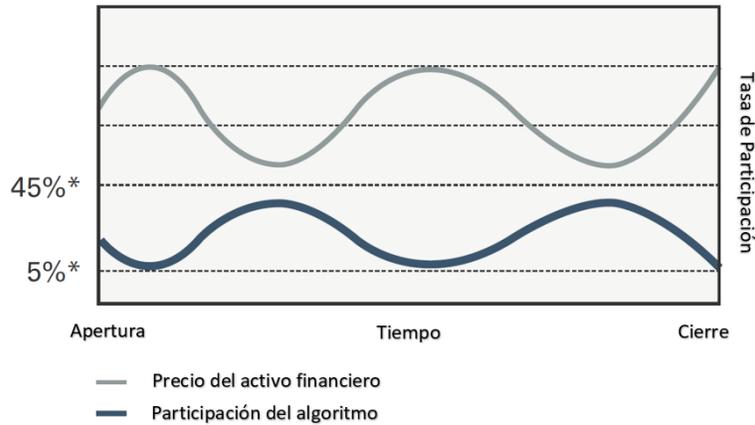
Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

### Implementation Shortfall (IS)

Representa la diferencia entre el precio de decisión al cual un inversor decide operar un activo financiero, y el precio promedio de ejecución de la orden de dicho activo. En este caso, el precio de decisión es el precio benchmark, aunque frecuentemente no se especifica, en su lugar, se toma el precio promedio entre la compra y venta cuando la orden es recibida por el bróker.

El objetivo de los algoritmos IS es minimizar la diferencia entre el precio promedio de ejecución y el precio de decisión, encontrando un punto óptimo entre el impacto de mercado y el *timing risk*. Para lograr un equilibrio correcto entre el impacto de mercado y el *timing risk*, el algoritmo generalmente tiende a tomar en consideración el tiempo necesario para evitar un impacto significativo en el mercado. Esto significa que la estrategia aumentará la tasa de participación objetivo cuando el precio de las acciones se mueva favorablemente y disminuirá cuando el precio de las acciones se desplace negativamente.

Figura 3.12 Tasa de Participación IS

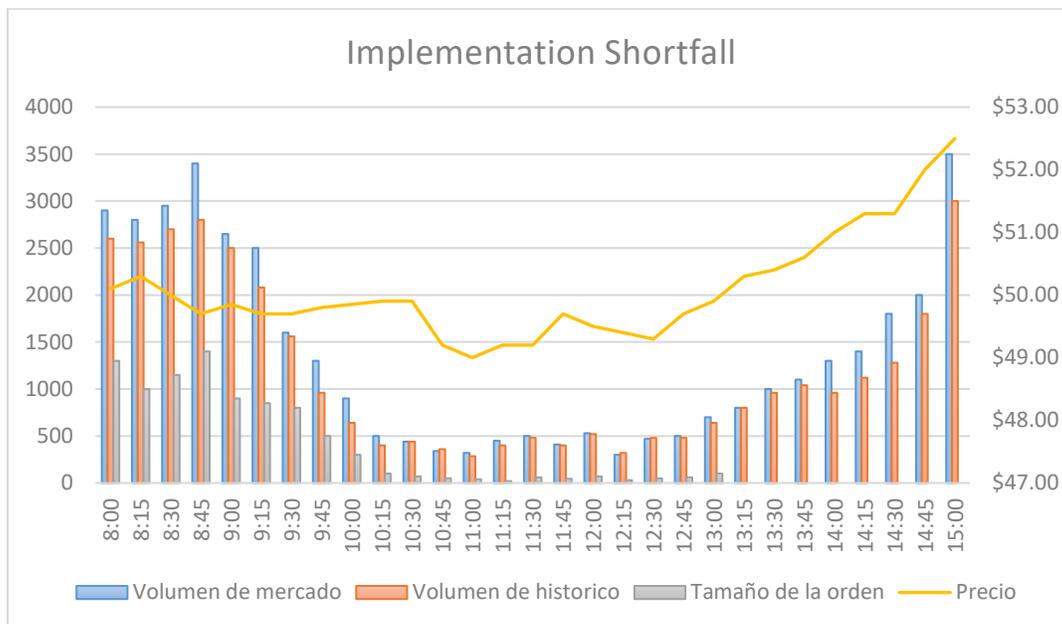


Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

IS brinda información para comprender los costos de ejecución de una orden. Captura el movimiento de precios desde el momento en que se tomó la decisión de implementar la estrategia de negociación hasta el momento en que se ejecuta realmente.

Para realizar un perfil de transacción, la estrategia IS utiliza datos históricos, liquidez, volatilidad y tiempo de negociación disponible. Con base en los datos anteriores, los modelos cuantitativos determinan el horizonte óptimo de ejecución. Además, debe tenerse en cuenta la urgencia del inversor o la aversión al riesgo. Operar demasiado agresivo puede tener *market impact*, mientras que operar en forma muy pasiva, hace que se incurra en *timing risk*.

Figura 3.13 Perfil del Algoritmo IS

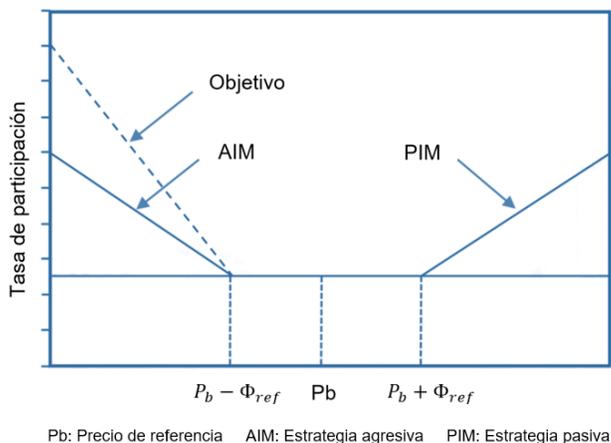


Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

### Adaptive Shortfall (AS)

Esta estrategia de negociación representa una subclase relativamente reciente de algoritmos derivados de Implementation Shortfall. El nombre hace referencia a la adición de un comportamiento adaptativo, principalmente en reacción al precio del mercado. Los algoritmos AS se basan en algoritmos IS, por lo que el comportamiento básico es el mismo. Sin embargo, el algoritmo AS se ajusta dinámicamente en tiempo real en función de las condiciones actuales del mercado.

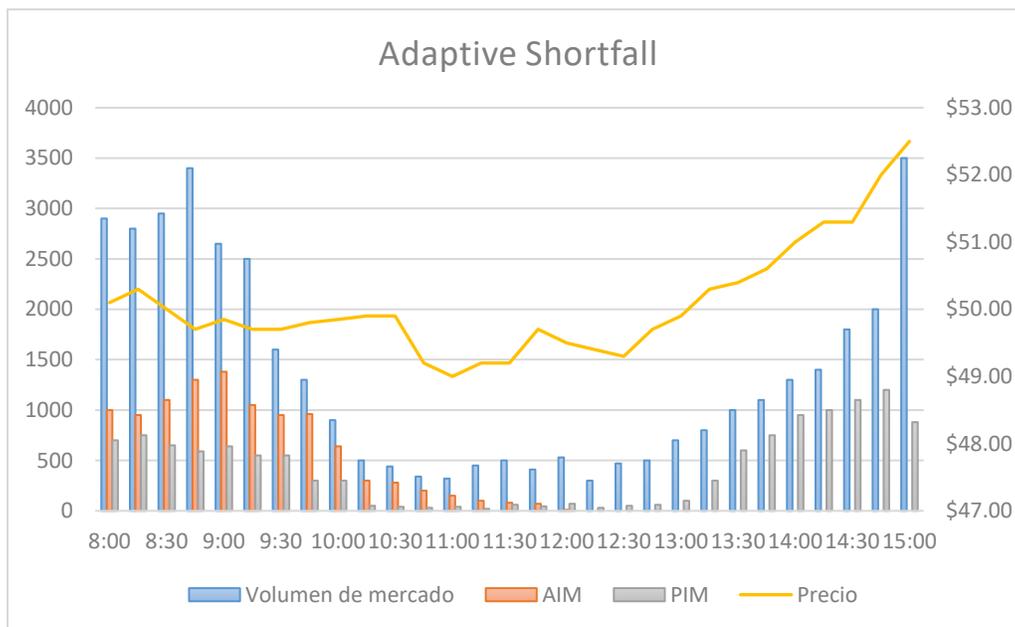
**Figura 3.14 Tasa de Participación AS**



Fuente: Fuente: *Johnson, B. (2011)*. / Elaboración propia.

La figura 3.12 Muestra la tasa de participación contra el precio de referencia para la ejecución de una orden de compra mediante un algoritmo AS. Un algoritmo adaptativo agresivo aumentará su tasa de participación con precios favorables, es decir operará de forma más agresiva; mientras que con precios adversos disminuirá dicha tasa. Para un algoritmo AS pasivo, la tasa de participación aumentará si los precios de mercado se elevan considerablemente por encima del precio de referencia y se reducirá cuando caigan por debajo del precio de referencia.

Figura 3.15 Perfil del Algoritmo AS



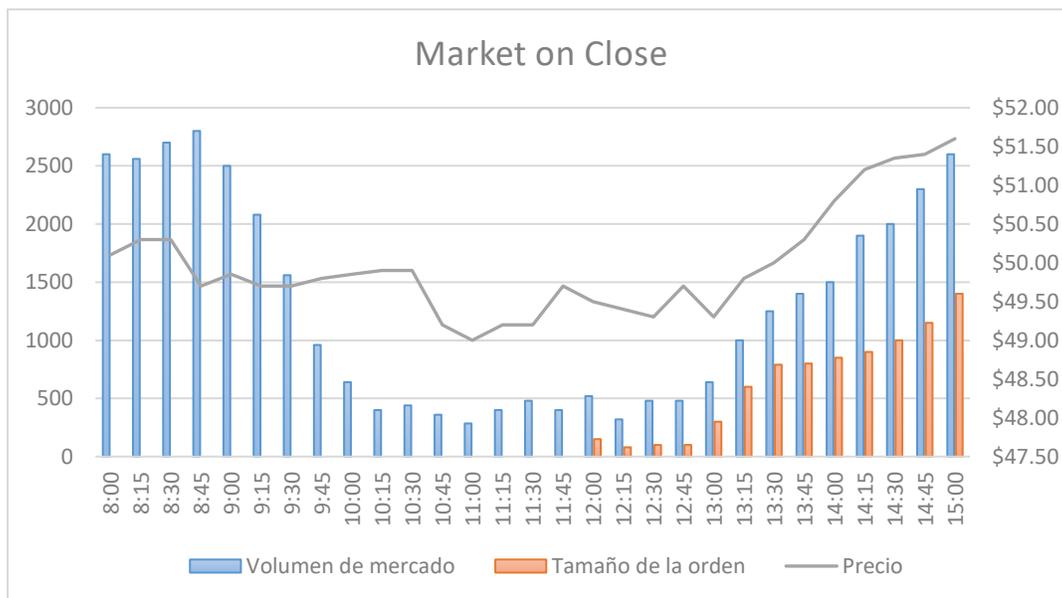
Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

### Market on Close (MOC)

El precio de cierre es frecuentemente utilizado para referirse al precio de mercado de un activo financiero. Se utiliza para el cálculo de los rendimientos (ganancia o pérdida) diarios. Por lo tanto, las instituciones e inversores se encuentran interesados en el precio de cierre como un precio benchmark. Negociar al cierre puede ser más costoso ya que los precios son más sensibles al flujo de órdenes en este horario, sin embargo, las subastas han ayudado a disminuir la volatilidad al final del día, y la liquidez puede ser mayor alrededor del cierre.

El problema principal para un algoritmo MOC es el hecho de que el precio benchmark es desconocido hasta el final de la sesión de remates. Diferente al VWAP o TWAP, el MOC no es un promedio basado en los intervalos de negociación, por lo tanto, no se puede dividir las órdenes simplemente para alcanzar el benchmark.

Figura 3.16 Perfil del algoritmo MOC



Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

La mayoría de los algoritmos MOC determinan un horizonte óptimo de negociación utilizando modelos cuantitativos, los cuales incorporan estimaciones de la volatilidad de un activo financiero y el volumen de negociación. Así como los algoritmos IS determinan un tiempo de finalización óptimo, los algoritmos de MOC calculan un tiempo de inicio óptimo. Si comienza a operar demasiado temprano, se puede exponer a una cantidad sustancial de *timing risk*, mientras que negociar demasiado tarde puede causar un impacto de mercado considerable debido a la variabilidad en el precio de cierre. En realidad, el algoritmo MOC monitorea constantemente el volumen de mercado y ajusta la tasa de participación.

### Opportunistic Algorithms (Tercera Generación)

Buscan tomar ventaja cuando las condiciones de mercado son favorables, impulsados principalmente por el precio, liquidez, volatilidad o cualquier otro factor como ratio/spread. Los algoritmos oportunistas han surgido de diferentes estrategias de trading.

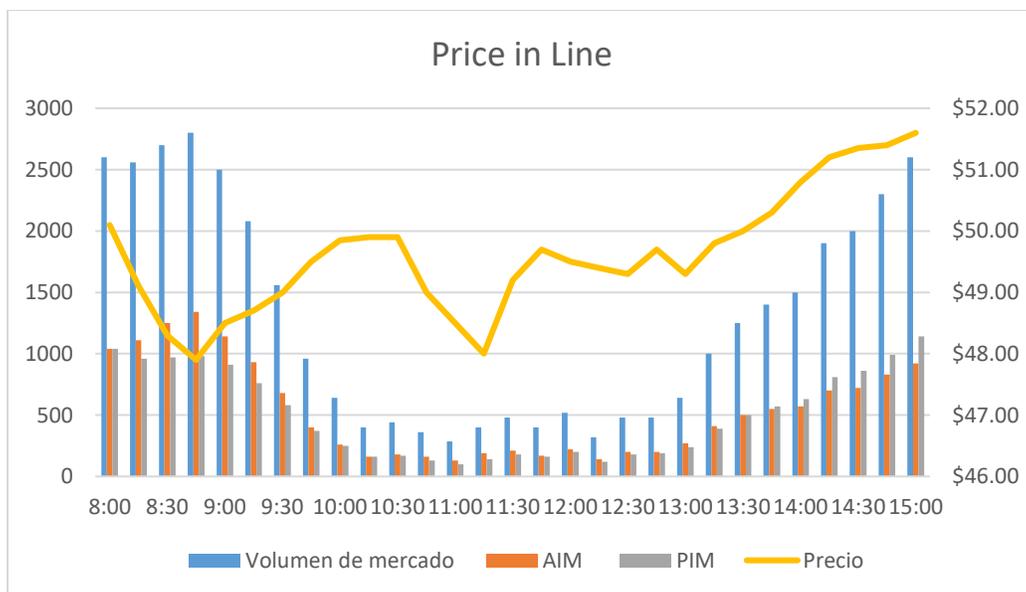
### Price in Line (PI)

### Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

Un algoritmo PI se adapta al precio de mercado de forma similar a cómo los algoritmos POV se ajustan al volumen del mercado. Se define un precio de referencia y posteriormente el algoritmo ajusta su operación en función del comportamiento del precio de mercado. Un valor predeterminado para el precio benchmark es el precio medio entre el *bid* y *ask* al momento de emitir la orden.

La estrategia PI consiste en un mecanismo de trading básico combinado con la funcionalidad de adaptación de precios. La adaptación del precio real puede realizar un seguimiento entre la diferencia del precio benchmark y el precio de mercado e inclinarse, por ejemplo, por un algoritmo PI agresivo para negociar una mayor cantidad de acciones cuando las condiciones del mercado sean favorables.

Figura 3.17 Perfil del algoritmo PI



Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). /Elaboración propia.

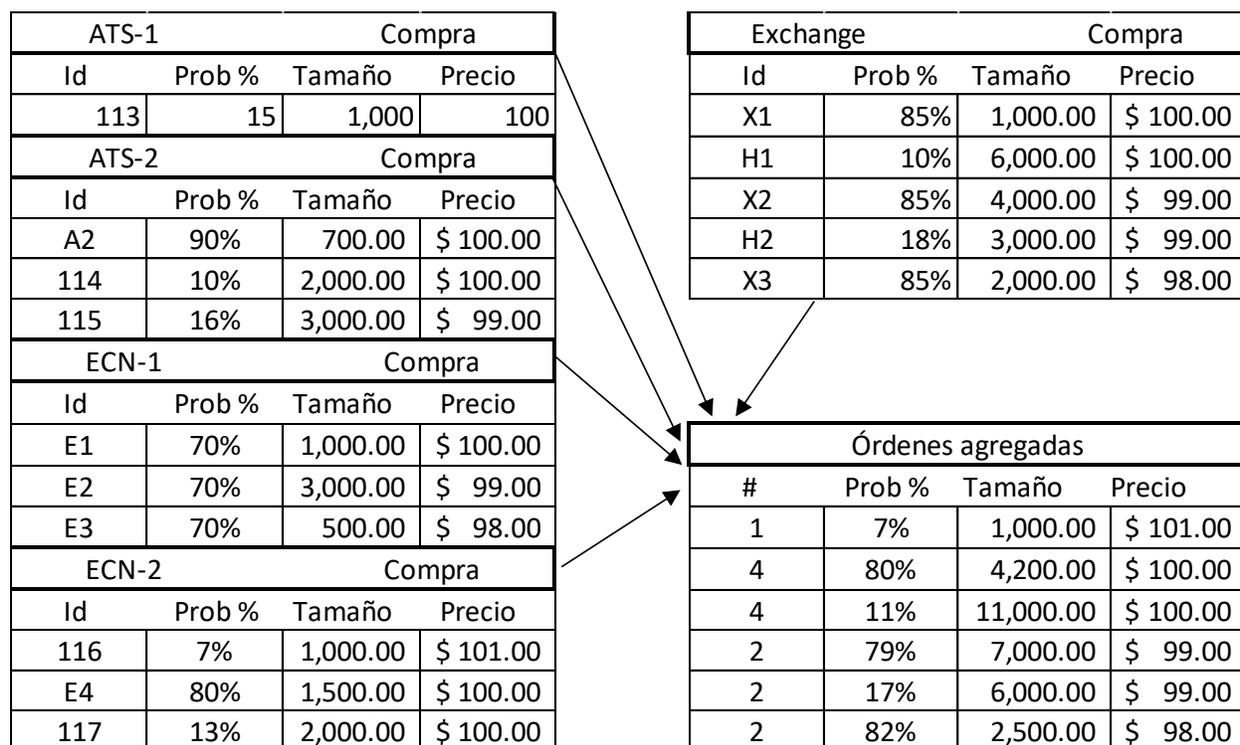
Una tasa de participación es necesaria para los algoritmos basados en un mecanismo con POV dinámico, además de un ajuste de participación que determine cuanto se puede desviar la tasa de participación para un cierto precio dado. Utilizando la tasa de participación de un algoritmo POV, el algoritmo PI aumentaría la tasa de participación para una orden de compra cuando el precio de mercado esté por debajo del precio de

referencia y disminuiría cuando se encuentre por arriba. Por lo tanto, podría basarse en un VWAP o un POV más dinámico.

Liquidity

La liquidez representa la facilidad de negociar un activo financiero en específico, por lo que tiene un efecto considerable en los costos generales de transacción. Originalmente, la negociación basada en la liquidez simplemente significaba tomar decisiones basadas en la profundidad del libro de órdenes y la liquidez disponible, en lugar de solo utilizar el bid y ask. En los mercados fragmentados de hoy en día con diversas alternativas de negociación, la búsqueda de liquidez se ha vuelto más complicada.

Figura 3.18 Mecanismo del Algoritmo Liquidity



Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

La liquidez está estrechamente relacionada con la profundidad del libro de órdenes y el precio del mercado. Por lo tanto, un algoritmo de búsqueda de liquidez reaccionará más agresivo cuando exista mucha profundidad de mercado combinada con un precio

favorable. En lugar de que el algoritmo reaccione al volumen del mercado, se puede crear una medida de profundidad de mercado que refleje el volumen disponible a un precio favorable. Por lo tanto, cuando la profundidad y el precio del mercado son favorables, el algoritmo opera agresivamente para consumir la liquidez.

Los parámetros especiales incluyen una visibilidad y un precio de referencia de ejecución. Si bien la visibilidad determina cuánto de la orden se muestra realmente en las diversas plataformas de negociación, el precio de referencia se utiliza para decidir cuándo el precio de mercado es lo suficientemente favorable como para garantizar la participación.

#### Pair Trading

El *pair trading* parte del arbitraje estadístico basándose en un punto de referencia predeterminado y en el supuesto de que el diferencial volverá a su valor medio. Esta estrategia algorítmica implica tomar una posición larga en un activo financiero y una posición corta simultánea de otro activo. Los activos deben de estar altamente correlacionados para cubrirse o compensarse entre sí y, por consecuencia, neutralizar el riesgo de mercado.

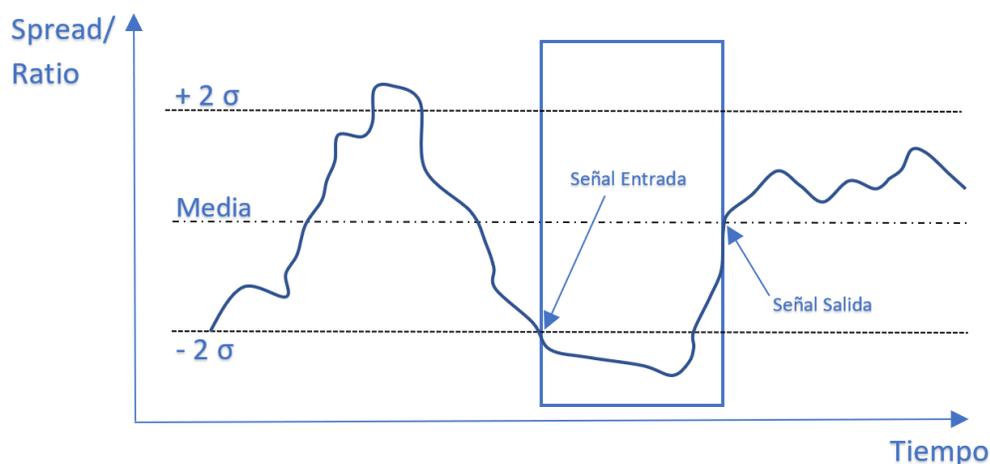
$$\text{Ratio} = \frac{P_a}{P_b}, \quad \text{Spread} = P_a - P_b,$$

*Donde:*

$P_a$  Precio del activo A

$P_b$  Precio del activo B

Figura 3.19 Mecanismo del Algoritmo Pair Trading



Fuente: Fuente: Johnson, B. (2011). / Elaboración propia.

La estrategia comenzará a operar cuando se presente una fuerte variación en la correlación derivado del cambio de precio entre los dos activos, independientemente de la dirección en que cada uno se mueva. Por lo tanto, se obtendrá un beneficio si la posición larga sube más que la corta, o la posición corta baja más que la larga (en una situación perfecta, la posición larga sube y la posición corta cae, pero eso no es un requisito para obtener una ganancia). El algoritmo debe ser calibrado constantemente debido a que la correlación de determinado par de activos puede cambiar en cualquier momento.

### 3.2.2. Proceso de Implementación de AT

Las estrategias de negociación algorítmicas y el proceso de operación pueden ser divididas en tres partes:

- Generación de señales: diseño de las estrategias de negociación con el objetivo de superar los rendimientos ofrecidos por el mercado y mitigar los riesgos con base en las expectativas y la tendencia del mercado. El principal riesgo es que el mercado no se comporte como se espera y la estrategia no sea rentable. Las ganancias provienen de los *trades*.

- Implementación de la estrategia: sucede exactamente después de la generación de la señal, activando la orden de compra o venta. Determina cómo se estructura la orden, por ejemplo, el tamaño de la orden, el tiempo de ejecución y niveles límite. En las estrategias avanzadas, también se puede tomar en cuenta la correlación inversa con otras tenencias de un mismo portafolio de inversión y sus posibles restricciones.
- Análisis del desempeño: se analiza el funcionamiento de la estrategia de negociación y los resultados obtenidos en cuanto a rendimientos geométricos, aritméticos, el riesgo, el impacto de mercado y la eficiencia.

### 3.2.3. Ventajas y Desventajas de Implementar AT

Ventajas de implementar AT como inversor:

Estos sistemas de *trading* dirigidos por computadora convierten la información en toma de decisiones inteligentes, analizan a cada instante el precio y el comportamiento del activo e identifican las oportunidades de liquidez.

Dado que los algoritmos se diseñan previamente, su ejecución es de forma automática una vez que se cumplen los parámetros. Esto conlleva 3 beneficios: velocidad, precisión y bajo costo

- Velocidad: las transacciones se realizan en fracción de segundos ejecutando múltiples indicadores simultáneamente. Debido a que la ejecución se realiza a un ritmo más rápido, existen disponibles mejores oportunidades.
- Exactitud: los algoritmos se verifican dos veces para garantizar que las órdenes se realicen correctamente. Evita el error humano de la mala toma de decisiones. También permite ejecutar algoritmos sobre datos pasados (llamados *backtesting*) para verificar la viabilidad del modelo. Esto permite a los usuarios eliminar defectos en el modelo, si corresponde.
- Reducción de costo y tiempo: las operaciones son supervisadas por los algoritmos en sí, los operadores no necesitan realizar un seguimiento de estatus de la orden

### Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

---

con frecuencia. Esto ahorra tiempo y dinero, otorgando más tiempo para analizar y enfocarse en otras oportunidades de inversión. Además, los modelos funcionan las 24 horas al día los 7 días de la semana.

Ventajas de implementar AT en los mercados financieros:

- Redes de comunicación electrónica y *dark pools*: La negociación algorítmica evita la fuga de información para aquellos *traders* que desean operar bajo anonimato. Existe mayor conexión con diversas redes de comunicación electrónicas y sistemas alternativos de trading, creando una mayor liquidez, un mejor proceso en la formación de precios y menores costos explícitos para el inversor, esto garantiza una mejor calidad de ejecución.
- Creación de oportunidades de arbitraje: Los *traders* pueden acceder a diversas plataformas de negociación privada para obtener liquidez múltiple de varios tipos de activos financieros y explotando estas oportunidades de arbitraje mediante negociaciones de alta frecuencia.
- Monitoreo de riesgos: Los algoritmos, en tiempo real, calculan continuamente riesgos y, por consecuencia, cubren su posición dentro del mercado, lo que genera pérdidas mínimas.
- Mercado Forex: Los algoritmos monitorean continuamente los cambios en los tipos de cambio y, por lo tanto, llevan a cabo ejecuciones más rápidas en las operaciones con divisas. Los bancos, por ejemplo, utilizan los algoritmos para monitorear los precios de mercado en tiempo real y mantener un nivel de exposición al riesgo previamente especificado al mantener una cierta posición mínima de una moneda en específico.

Desventaja de implementar AT:

Cuando la velocidad se considera uno de los beneficios de *algorithmic trading*, también se necesita comprender la fuerte correlación con el riesgo existente de sufrir una gran pérdida.

- Alta volatilidad: los algoritmos al reaccionar ante un cambio en las condiciones del mercado pueden ampliar el spread de compraventa, o pueden incluso detener la negociación creando una volatilidad excesiva y obstaculizando la liquidez.
- Reacción en cadena: debido a la alta interrelación en los mercados globales, la desaceleración en un mercado se traslada a otros mercados y clases de activos financieros, creando una reacción en cadena.
- Algoritmos incorrectos: un algoritmo defectuoso puede plantear riesgos de operación, causar errores y manipular de forma indirecta el mercado, ocasionando millones de pérdidas en un período de tiempo muy reducido.

Los algoritmos solo pueden ser precisos una vez que se realiza la selección óptima.

- Falta de transparencia: El trader no puede controlar los algoritmos cuando se ejecutan, lo que podría generar diferencias en las expectativas y en los resultados.
- La falta de conocimiento: Los *brokers/dealers* ofrece múltiples algoritmos y funciones, si el *buy-side* carece de las herramientas y conocimientos para entender qué algoritmos se adaptan a sus necesidades y a sus portafolios de inversión. Esto tiende a tener efectos negativos en la percepción y la evaluación de algoritmos.
- Convergencia: Muchos algoritmos emplean funciones básicas similares para ejecutar órdenes según las condiciones del mercado, lo que puede llevar a resultados desfavorables.
- Desequilibrios en el mercado: Pocos *traders* tienen los medios y la capacidad para adquirir una tecnología sofisticada para ejecutar órdenes, mientras otros *traders* operan todavía manualmente. Esto provoca una fragmentación en el mercado que conduce a una mayor búsqueda de liquidez en el corto plazo.

Fallas en el sistema: Al estar basado en sistemas informáticos, cualquier defecto o error técnico puede provocar una interrupción del sistema que provoque reacciones violentas en el mercado. Los operadores pierden confianza en los mercados debido a los resultados algorítmicos incontrolables y los reiterados problemas del mercado.

### 3.3. High Frequency Trading

El *high frequency trading (HFT)* es una forma de negociación algorítmica, se basa en ordenadores potentes y algoritmos automatizados que compran y venden un determinado volumen de un activo financiero a velocidades de milisegundos. Su principal característica es la velocidad de procesamiento, lo que permite realizar operaciones en fracciones de segundo. Normalmente, los *traders* con las velocidades de ejecución más rápidas son más rentables que los *traders* con velocidades de ejecución más lentas.

Su objetivo es conseguir en el muy corto plazo fracciones de centavos por unidad de activo financiero negociado. Este tipo de trading realiza miles de transacciones al día e incluso cientos de miles, esto permite obtener grandes ganancias debido al alto volumen transaccionado a lo largo de la sesión de remates. El HFT se enfoca principalmente en las partes más líquidas de los mercados financieros.

#### 3.3.1. Características de HFT

##### Trading Automatizado

Modelos cuantitativos complejos implementados por algoritmos que determinan qué comprar y qué vender, así como las estrategias de colocación de micro órdenes, el precio, el tamaño y el momento de transaccionar. Estas decisiones se determinan a partir de datos del mercado en tiempo real, incluidas las señales de precios, el *momentum*<sup>33</sup>, el movimiento del sector o el índice, la volatilidad, la liquidez y la información en el libro de órdenes. Estas decisiones se realizan sin la interacción humana.

##### Poco Apalancamiento

El HFT no requiere un gran ingreso de efectivo y, por lo tanto, utiliza poco apalancamiento. Las estrategias de HFT toman posiciones largas y cortas, y cierran

---

<sup>33</sup> Fuerza o velocidad de movimiento del precio o volumen de un activo financiero, usualmente se define como una tasa.

estas posiciones antes del final del día para que no asuman ningún riesgo durante la noche. De igual pueden cancelar una gran parte de las órdenes que generan.

### Horizontes de Inversión a muy Corto Plazo

Dependiendo de las estrategias, los horizontes de tiempo HFT pueden variar de segundos a minutos, pero lo general se realizan en fracciones de segundos.

### Latencia Baja y Servicios de Proximidad

El *high frequency trading* necesita de una baja latencia para reaccionar a los movimientos del mercado más rápido que la competencia; asimismo requiere de servicios de proximidad, por un lado, disminuyen la distancia entre la plataforma de negociación y los servidores del trader de alta frecuencia o entre dos centros de negociación en caso de arbitraje, por el otro lado, vuelven más eficiente la arquitectura del sistema del HFT. De esta forma se logra tener acceso inmediato e ininterrumpido a los datos en tiempo real, aumentando la rentabilidad de las operaciones.

### Velocidad de Procesamiento

Altas velocidades de procesamiento computacional que permiten detectar oportunidades dentro del mercado y además realizar operaciones con tiempos de duración en fracciones de segundo.

### 3.3.2. Estrategias de HFT

Una firma HFT puede ejecutar varias de estas estrategias simultáneamente. Los modelos cuantitativos utilizados pueden ser similares a los modelos de *algorithmic trading*.

### Arbitraje de Latencia

Un arbitraje se produce cuando un algoritmo computacional ejecuta simultáneamente una compra y venta de un activo financiero obteniendo un beneficio derivado de la diferencia de precios. La latencia se refiere a la disparidad de tiempo que existe en el suministro de datos entre los participantes del mercado, ya que no todos reciben la misma información en el mismo instante. Por lo tanto, un arbitraje de latencia ocurre únicamente cuando se obtienen ganancias de la compra y venta simultánea de un activo

financiero como resultado de una disparidad de tiempo o ventaja de latencia. El arbitraje de latencia explota el retraso de tiempo entre el momento en que se realiza una operación y cuando los creadores de mercado actualizan la cotización de precios. Al detectar directamente los posibles movimientos de precios, los *traders* de alta frecuencia pueden beneficiarse antes que otros participantes que dependen de las cotizaciones de los creadores de mercado.

### Provisión de Liquidez

Las estrategias de provisión de liquidez (o redistribución de liquidez) tiene como objetivo detectar desequilibrios en el libro de órdenes para un activo financiero y discrepancia de precios entre distintas plataformas de negociación. El participante de HFT gana un spread al arbitrar estas diferencias.

### Procesamiento de Eventos Complejos

El procesamiento de eventos complejos incluye diversas estrategias de negociación. Su objetivo es detectar oportunidades para beneficiarse mediante la explotación de varias propiedades en los precios de los activos, como la liquidez, el *momentum*, la reversión a la media, la correlación (con otros activos), la respuesta a las publicaciones de datos, entre otros.

### 3.3.3. Funcionamiento de HFT

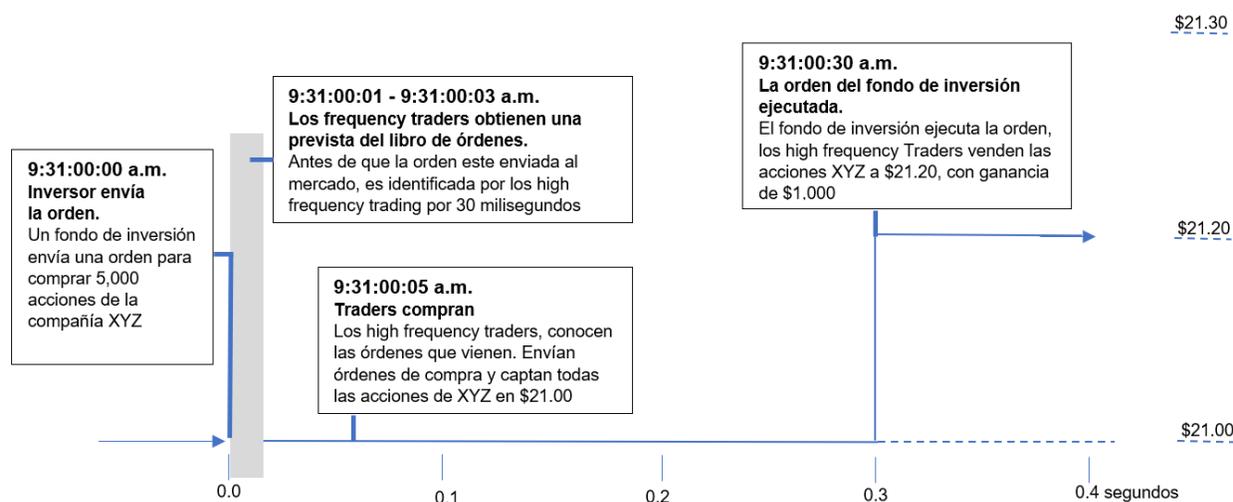
Muchas compañías en Chicago utilizan su proximidad al *Chicago Mercantile Exchange* para desarrollar estrategias algorítmicas de alta frecuencia enfocadas a futuros, opciones y materias primas. En Nueva York y Connecticut se desarrollan con un enfoque hacia las acciones del NYSE y NASDAQ. En las zonas europeas les dan a los londinenses una ventaja en el mercado FOREX, mientras que en Singapur tienden a especializarse en los mercados asiáticos. La última estimación de volumen de negocio prevé que, las transacciones en las bolsas realizadas por HFT en Estados Unidos supone alrededor del 70% de las operaciones, mientras que en Europa es menor (en torno al 40%), Niciejewska, K. (2015).

### Capítulo III. Algorithmic y High Frequency Trading

De acuerdo con el *Financial Times* (2009), la BMV permitió servicios de proximidad en el año 2010, otorgando a los *traders* de alta frecuencia facilidades de ubicar sus servidores de alta frecuencia cercanos a las plataformas electrónicas de trading de la bolsa. El objetivo era acelerar el tiempo de negociación, brindar mayor liquidez al mercado de capitales en el país y disminuir las barreras de ofrecer *electronic trading* por parte de los intermediarios bursátiles en el mercado de valores mexicano.

En algunos mercados bursátiles como el Nasdaq, a las firmas de HFT se les permite colocar su hardware en las proximidades de la bolsa y visualizar el libro de órdenes con 30 milisegundos de ventaja antes que cualquier compañía que no cuente con una conexión directa al suministro de datos y proximidad (*The New York Times*, 2009). Esto les permite sacar ventaja al conocer cuál será la mayor demanda inmediata. En la siguiente figura se puede visualizar una de las estrategias utilizadas por las firmas de HFT:

**Figura 3.20 Estrategia de operación HFT**



Fuente: The New York Times, (2009). / Elaboración propia.

Otra forma de operar dentro del HFT, es la siguiente:

Un activo financiero cotiza en \$50.00 en diferentes plataformas (BMV, BIVA). Un participante del mercado envía una orden de compra a la BMV, la orden se ejecuta de

manera parcial a un precio de \$50.00 quedando incompleta. Los algoritmos de HFT ubican esta operación e intuyen que dicha orden se complementará en otra plataforma de negociación, en este caso BIVA. Es en ese momento donde el HFT comienza a operar de forma oportuna anticipándose a comprar las acciones en la plataforma de BIVA a \$50.00 y milisegundos después (revendiendo) enviando una orden de venta \$50.10, el participante terminará completando su orden irremediamente al precio ofertado por la firma de HFT, la cual se lleva una diferencia mínima como utilidad.

Las firmas de HFT también usan cortos y largos simultáneamente, lanzando órdenes limitadas a un precio de mercado ligeramente por encima o por debajo según sea la venta o compra del activo financiero, lo que Ocasiona mayor liquidez en el mercado. Con ello, buscan obtener una ganancia del diferencial del precio y, por ello, se necesita que el tiempo de entrada al mercado sea de forma inmediata para anticiparse a otros participantes.

#### 3.3.4. Ventajas y Desventajas del HFT

##### Ventajas y Beneficios del HFT

Las negociaciones de alta frecuencia identifican e intercambian las ineficiencias temporales presentadas en el mercado y adquieren la información de precios más rápidamente. Gran parte de las operaciones de alta frecuencia brindan una liquidez significativa a los mercados, lo que genera que los mercados funcionen mejor y con una reducción en los costos de transacción, por ejemplo, el spread y el *timing risk*. Los *traders* de alta frecuencia fomentan la innovación en tecnología y facilitan nuevas soluciones para disminuir las saturaciones en las redes de comunicación.

Entre los principales beneficios del *high frequency trading* se encuentran:

- Aumento de la eficiencia del mercado
- Liquidez agregada
- Innovación en tecnología informática

- Estabilización de los sistemas de mercado

### Desventajas y Riesgos del *High Frequency Trading*

#### Intensificar la Volatilidad

Dado que hay una gran cantidad de actividad de HFT en los mercados actuales, intentar superar a la competencia es una característica incorporada de la mayoría de los algoritmos. Durante los fuertes movimientos en los mercados, los algoritmos pueden reaccionar instantáneamente a estas condiciones, ampliar enormemente sus spreads de oferta y demanda (para evitar verse forzados a tomar posiciones) o dejar de operar temporalmente, lo que disminuye la liquidez y exacerba la volatilidad.

#### Reacciones en Cadena

Estos algoritmos tienen el potencial de desencadenar fallas de sistema. Los algoritmos que operan en los mercados pueden transmitir shocks rápidamente de un mercado a otro, lo que amplifica el riesgo sistémico. Debido al creciente grado de integración entre los mercados financieros y las clases de activos creados en la economía global, un colapso en un mercado importante o en una clase de activo, frecuentemente puede propagar una reacción en cadena a otros mercados.

#### Incertidumbre

El HFT es un factor que contribuye notablemente en la volatilidad del mercado, que puede acelerar la incertidumbre de los inversores en el corto plazo y afectar la confianza de estos en el largo plazo. Cuando un mercado se desploma repentinamente, los inversores se quedan pensando en las razones de un movimiento tan dramático. Durante el vacío de noticias que a menudo existe en esos momentos, los grandes operadores (incluidas las empresas HFT) reducirán sus posiciones comerciales para reducir el riesgo, ejerciendo más presión a la baja en los mercados. A medida que los mercados se mueven más abajo, se activan más stop de pérdidas, y este ciclo negativo crea una espiral descendente. Si se desarrolla un mercado bajista debido a dicha actividad, la

confianza del inversor se ve sacudida por la erosión de la riqueza y las señales recesivas emanan una posible crisis del mercado bursátil.

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

### 4.1. Análisis de Resultados

#### *Volume Weighted Average Price*

El precio promedio ponderado por volumen (VWAP, por sus siglas en inglés) es un precio benchmark o de referencia. Al igual que los promedios móviles, el precio VWAP es un promedio basado en datos anteriores y representa la relación entre el precio de un activo y su volumen total de operaciones, identificando puntos de alta y baja liquidez.

El VWAP se calcula realizando la suma del producto del volumen negociado en cada transacción multiplicado por el precio de dicha transacción, posteriormente se divide entre el total de acciones negociadas durante el periodo de tiempo establecido.

$$VWAP = \sum_{t=1}^n \frac{(V_t * \frac{P_{o,t} + P_{l,t} + P_{h,t} + P_{c,t}}{4})}{(V_t)},$$

*donde:*

$V_t$  = Volumen de operación en el tiempo  $t$

$P_{o,t}$  = Precio de apertura en el tiempo  $t$

$P_{l,t}$  = Precio más bajo en el tiempo  $t$

$P_{h,t}$  = Precio más alto en el tiempo  $t$

$P_{c,t}$  = Precio de cierre en el tiempo  $t$

$n$  = Numero de periodos del VWAP

Las órdenes ejecutadas con un mayor volumen tendrán un impacto más grande en el precio VWAP que las de menor volumen, sin embargo, cuantos más periodos de tiempo

se tomen el impacto del volumen tiende a disminuir, además de restarle relevancia a las operaciones más recientes. Los analistas pueden comparar los precios actuales con el precio VWAP; los precios por debajo del precio VWAP son considerados relativamente bajos para determinado intervalo de tiempo. Los precios por encima del precio VWAP se consideran relativamente altos.

### *VWAP Mean Reversion*

La estrategia de negociación *VWAP mean reversion* se encuentra basada en el precio promedio ponderado por volumen (VWAP). Sirve como un indicador para el análisis intradía, determina la dirección de la tendencia en un activo financiero y transacciona durante periodos de alta volatilidad; cabe destacar que el algoritmo no busca una reversión de tendencia definida, sino solo una corrección en el precio de regreso a la media.

A menudo en los mercados financieros, se puede observar a distintos activos expuestos a periodos de alta volatilidad, alejándose repentina y considerablemente de su precio promedio. *VWAP mean reversion* tiene como principal objetivo explotar estas oportunidades que se presentan durante los movimientos abruptos del mercado.

Este algoritmo está diseñado para operar y ejecutar órdenes en contra del movimiento de un activo financiero, utilizando dos bandas o limites como referencia, inferior y superior. Una vez que el precio del activo ha rebasado cualquiera de estas dos bandas, el algoritmo se activará y ejecutará la orden tomando una posición en contra con respecto al movimiento, esto con la expectativa de que el precio ultimo ejecutado, regrese a su precio promedio ponderado por volumen durante o después de los lapsos de alta volatilidad. <sup>34</sup>

$$VWAP \text{ mean reversion} = \frac{P_{c,t}}{\sum_{t=1}^n \frac{(V_t * \frac{P_{o,t} + P_{l,t} + P_{h,t} + P_{c,t}}{4})}{(V_t)}} = \frac{P_{c,t}}{VWAP_t}$$

---

<sup>34</sup> Ver código en el anexo 1.

*donde:*

$VWAP_t = \text{Precio VWAP en el tiempo } t$

*VWAP Mean reversion > Límite Superior, Posicion corta.*

*VWAP Mean reversion < Límite Inferior, Posicion larga.*

*\*\*Los límites son establecidos por el inversor.*

El objetivo es comparar el desempeño obtenido entre una posición larga y una estrategia de negociación ejecutada mediante un algoritmo computacional. El análisis se llevó a cabo en 3 sectores diferentes de la BMV, seleccionado dos compañías por sector, una con mayor capitalización de mercado que la otra. Las 6 compañías seleccionadas forman parte de la muestra del IPC.

Se realizó un análisis de sensibilidad con base en los parámetros previamente establecidos, tomando en cuenta las condiciones y características de cada emisora, asimismo el sector al que pertenecen. Además de analizar el comportamiento del algoritmo, se contrastó su forma de operar tanto en las partes más líquidas de cada sector, así como en las partes menos líquidas.

Variables:

La estrategia VWAP mean reversión cuenta con tres parámetros:

- Numero de periodos del VWAP
- % del límite superior del VWAP
- % del límite inferior del VWAP

Variables que alteran el comportamiento del algoritmo

- **Intervalos de tiempo.** Se ejecutó el algoritmo en dos diferentes escenarios, aprovechando el dinamismo intradía del mercado. En un intervalo de tiempo de 15 minutos y otro de 30 minutos, donde la variación del precio y volumen generalmente es menor en el primer intervalo con respecto al intervalo de 30 minutos.

- **Volumen.** Se obtuvo un promedio aritmético del volumen negociado por acción. El cálculo fue realizado para los 2 intervalos de tiempo establecidos, durante 1 mes.
- **Volatilidad.** La medida principal de volatilidad es la desviación estándar; se computó la variación de los rendimientos intradía utilizando los precios de cierre por cada acción. El cálculo se realizó para los 2 intervalos de tiempo. Esta medida refleja las fluctuaciones intradía en los precios de las acciones, sirve como referencia para determinar los límites inferior y superior, activando el mecanismo de ejecución del algoritmo.
- **Liquidez.** Se calculó una medida estándar de liquidez. Para cada acción, se tiene un spread promedio relativo a lo largo de 1 mes de negociación. El cálculo se llevó a cabo para un intervalo de tiempo de 15 minutos y otro para 30 minutos, donde el spread estandarizado se define como:

$$S = \sum_{t=1}^n \frac{(P_{h,t} - P_{l,t})}{\frac{(P_{h,t} + P_{l,t})}{2}} * \frac{1}{n},$$

donde:

$P_{l,t}$  = Precio más bajo en el tiempo  $t$

$P_{h,t}$  = Precio más alto en el tiempo  $t$

$n$  = Numero de peridos

### Indicadores de desempeño

Retorno Acumulado (geométrico y aritmético)

Geométrico =  $[(1 + r_1)(1 + r_2)(1 + r_3) \dots (1 + r_n)]^{\frac{1}{n}} - 1$

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

---

$$\text{Aritmético: } = \frac{r_1+r_2+r_3+\dots+r_n}{n},$$

donde:

$r_1, r_2, r_3 \dots r_n = \text{rendimientos}$

$n = \text{número de periodos}$

Volatilidad Mensual

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}{n - 1}} * \sqrt{n}$$

Máximo Drawdown (MDD)

Medida de riesgo utilizada para medir la máxima pérdida con respecto a un previo máximo o pico.

$$DD_t = \min(0, \frac{p_t - p_{max}}{p_{max}}),$$

donde:

$DD_t = \text{Drawdown en el tiempo } t$

$p_{max} = \text{Precio máximo histórico}$

$p_t = \text{Precio en el tiempo } t$

$\forall t \geq 0$

$$MDD_t = \max(DD_t),$$

donde:

$MDD_t = \text{Máximo drawdown en el tiempo } t$

Máxima Duración Drawdown (MDDD)

Medida de riesgo utilizada para evaluar la duración toma a una inversión recuperarse de una caída temporal, es decir el tiempo transcurrido entre dos nuevos máximos.

### Clasificación y Características de Emisoras

A continuación, el siguiente recuadro contiene la información y características de las emisoras seleccionadas, donde se implementó la estrategia de negociación del algoritmo computacional.

<b>Emisora</b>	<b>Ticker</b>	<b>Sector</b>	<b>Capitalización de mercado</b>	<b>Ponderación en el IPC</b>
Grupo Financiero Banorte	GFNORTE O	Servicios financieros	330.66 billones MXN	9.60%
Banco Santander México B	SANMEX B	Servicios financieros	202.35 billones MXN	2.10%
Gruma SAB B	GRUMA B	Productos de consumo frecuente	109.51 billones MXN	1.80%
Grupo Lala S.A.B. de C.V.	LALA B	Productos de consumo frecuente	53.36 billones MXN	0.50%
Grupo México SAB de CV B	GMEXICO B	Materiales	425.90 billones MXN	6.70%
Mexichem	MEXCHEM	Materiales	124.76 billones MXN	1.60%

El periodo de análisis es del 1 de agosto de 2017 hasta el 31 de agosto de 2017. Las bases de datos fueron obtenidas mediante la terminal Bloomberg y su uso es exclusivamente con fines educativos.

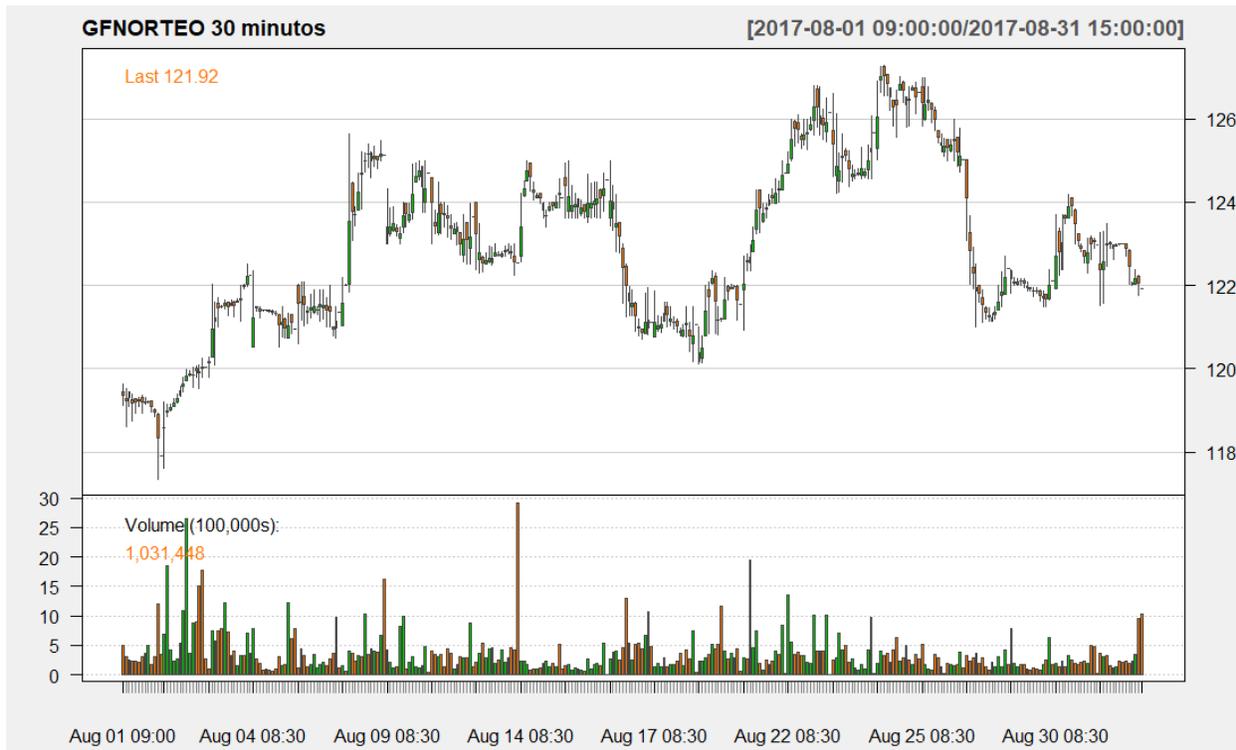
Para poder determinar si la estrategia propuesta es óptima dentro del mercado de valores en México, se analizaron los resultados obtenidos del rendimiento geométrico y aritmético, la volatilidad mensual, y por último el máximo DD, así como con la duración máxima de DD.

#### 4.1.1. Análisis de Resultados por Sector

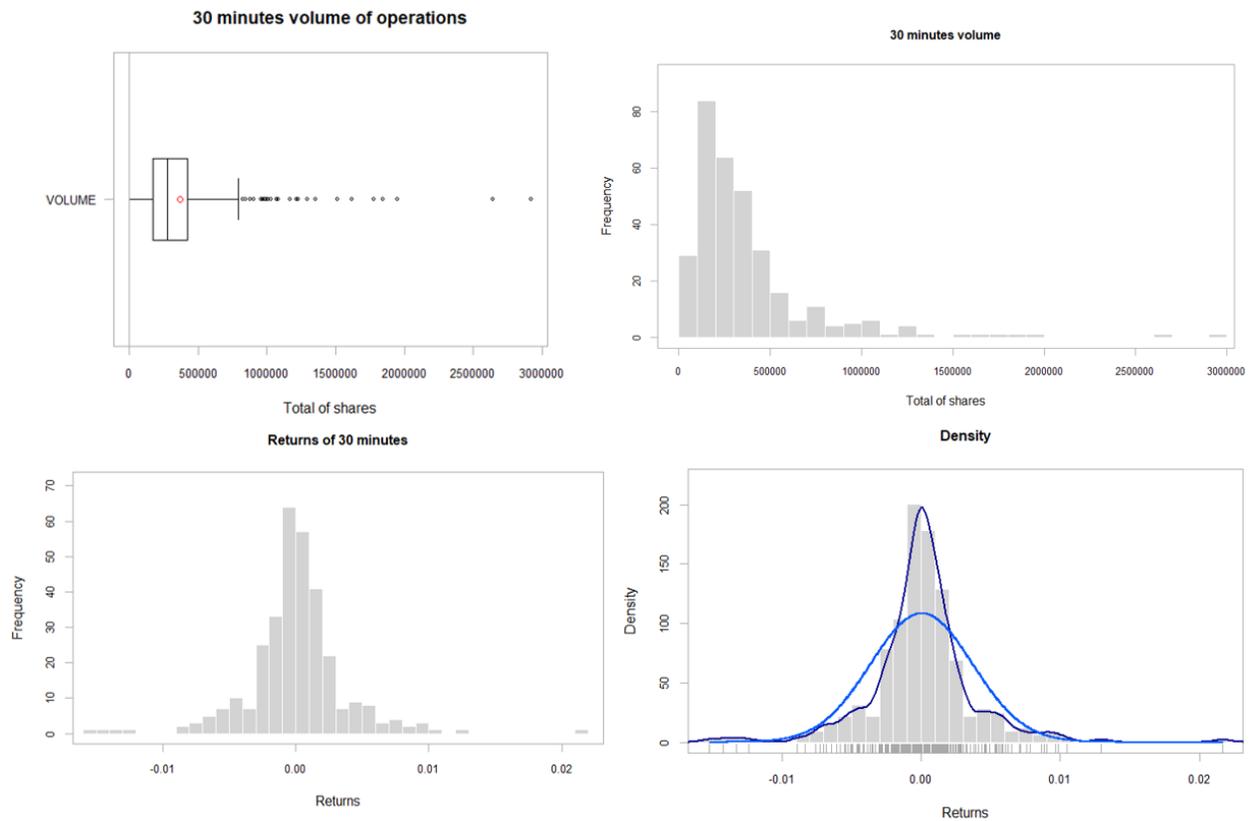
- Características de GFNORTEO 30 minutos, sector financiero.

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

Emisora	Liquidez	Volatilidad (30 min)	Volumen promedio (30 min)
Grupo Financiero Banorte	0.3507%	0.3637%	365,426



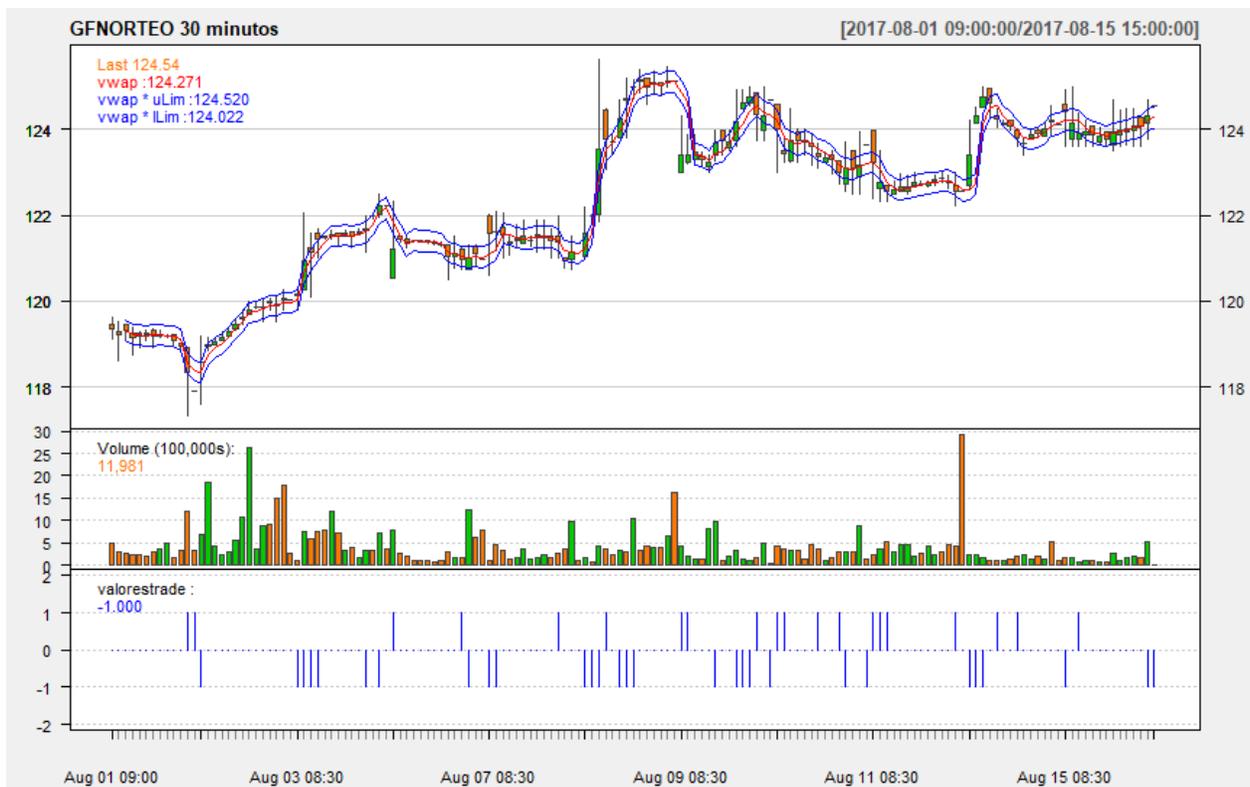
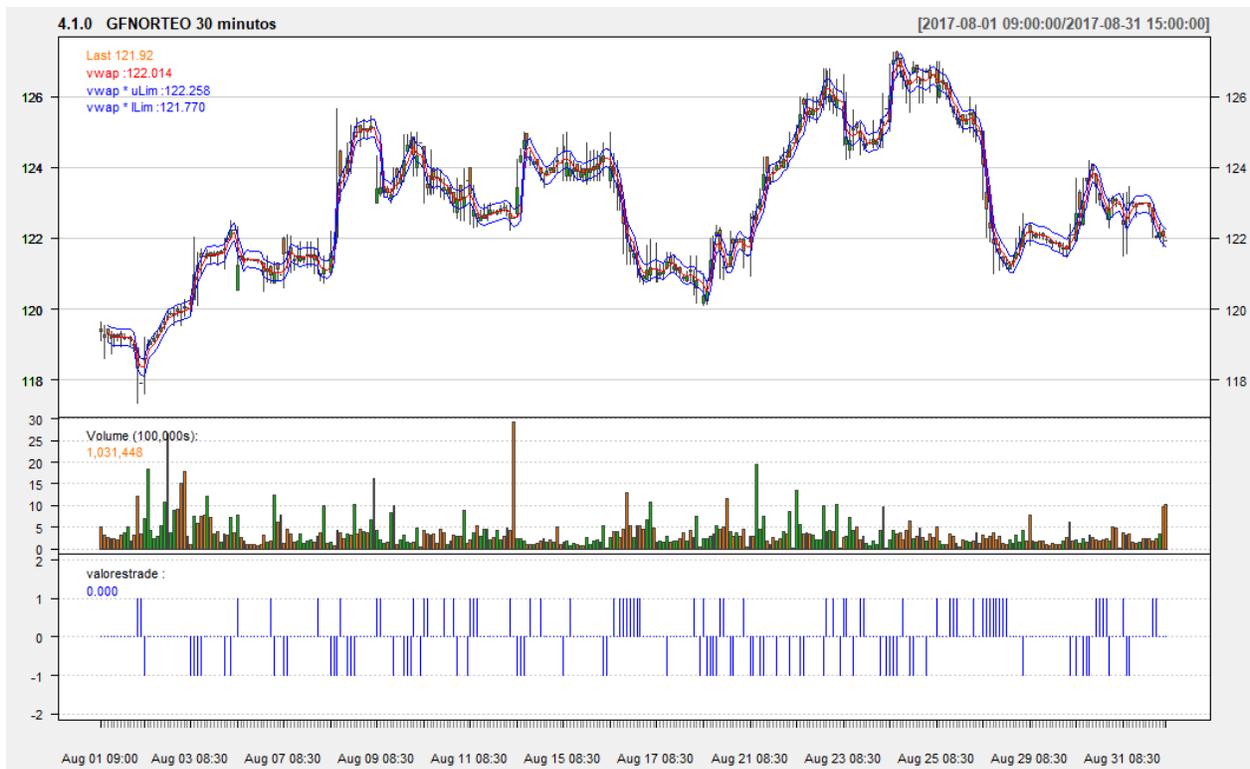
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



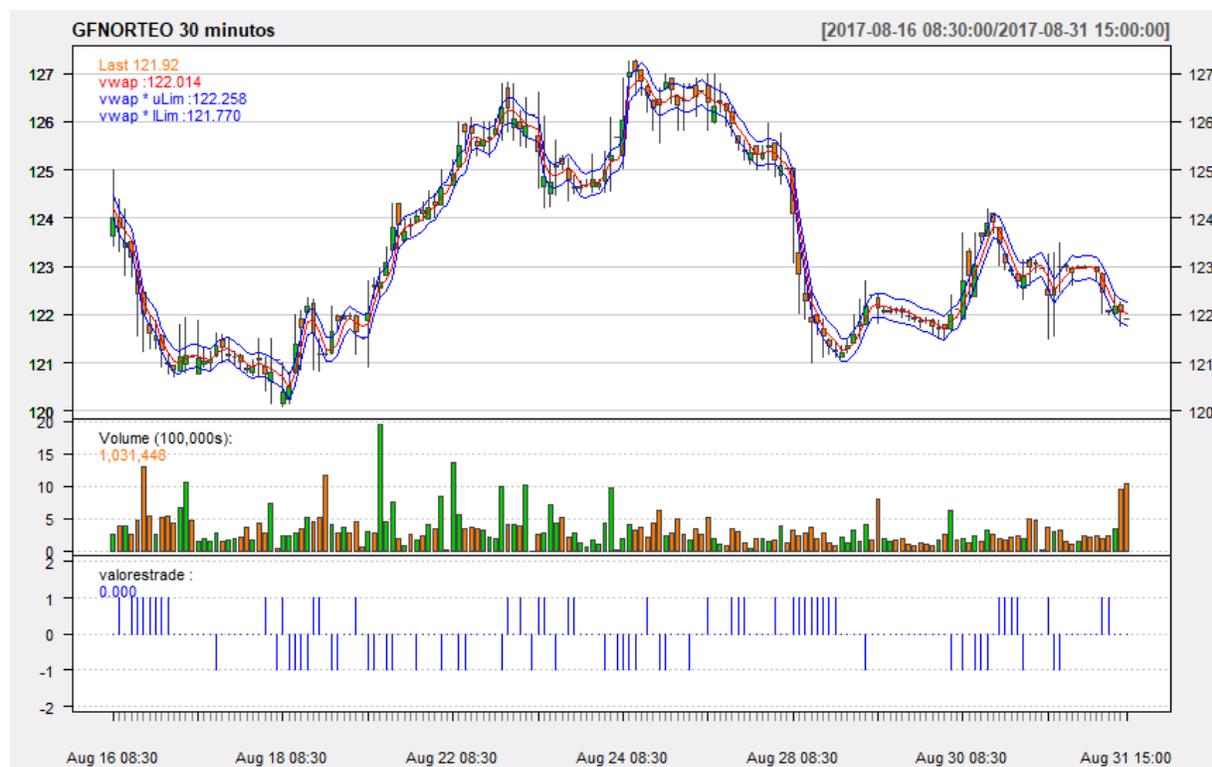
### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



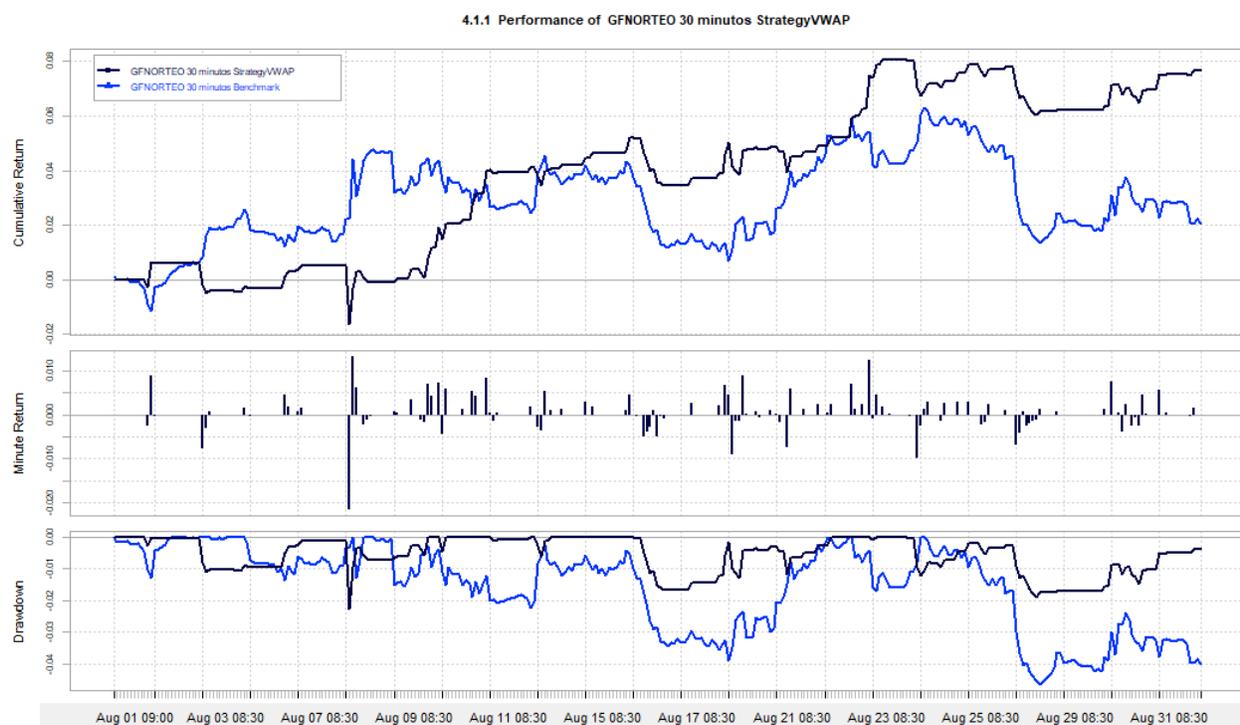
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.1.0 BANORTE	GFNORTEO 30 Minutos Estrategia VWAP	GFNORTEO 30 Minutos Benchmark
Observaciones	319.0000	319.0000
Mínimo	-0.0217	-0.0153
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0002	0.0001
Media Geométrica	0.0002	0.0001
Máximo	0.0132	0.0217
Varianza	0.0000	0.0000
Desviación Estándar	0.0027	0.0037
Coficiente de Asimetría	-0.8983	0.2886
Curtosis	17.9889	5.9223

4.1.1 BANORTE	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0783	0.0184
Rendimiento mensual	0.0765	0.0204
Volatilidad Mensual	0.0480	0.0657
Máximo Drawdown	-0.0228	-0.0485
Máxima Duración Drawdown	92.0000	133.0000

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



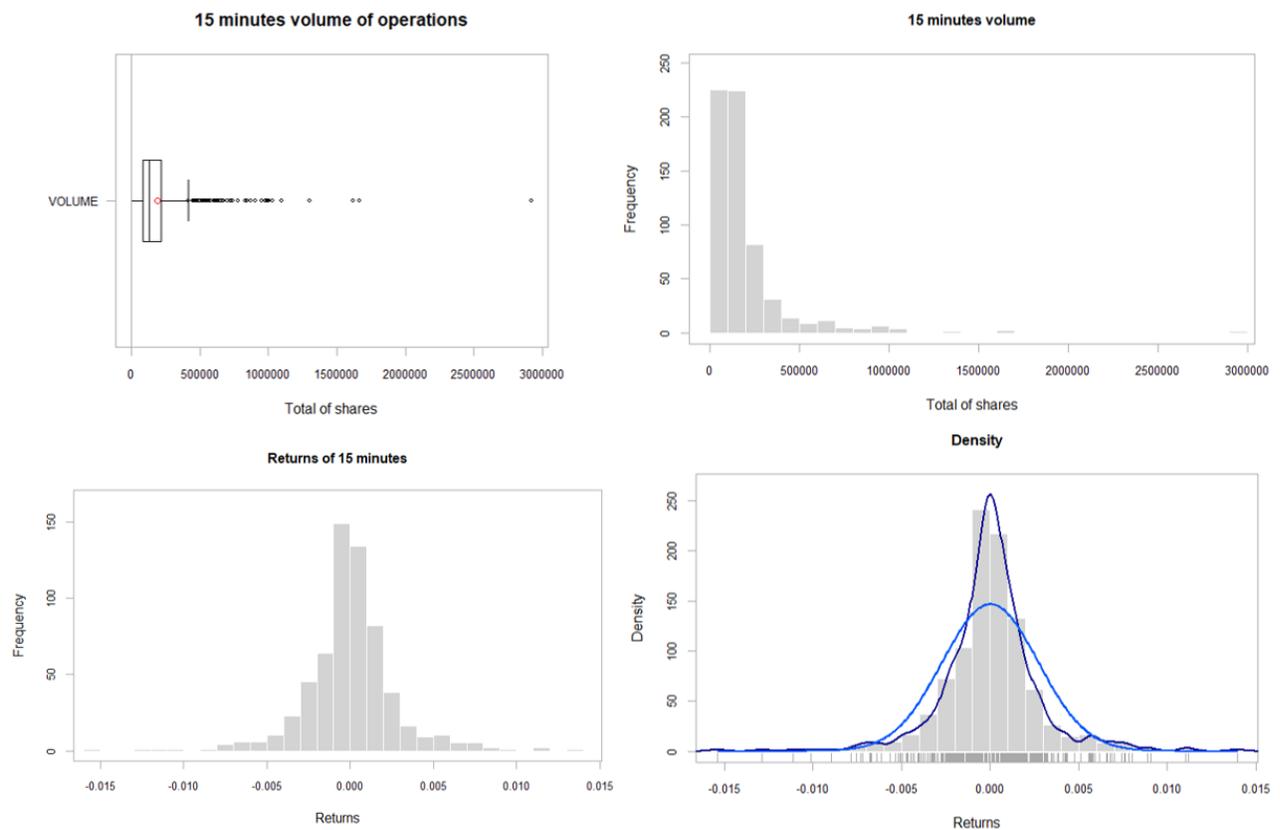
### Análisis:

De acuerdo con los datos obtenidos posteriormente a la ejecución del algoritmo, se puede observar un desempeño superior de la estrategia de negociación con respecto al mercado. El rendimiento acumulado para intervalos de 30 minutos por parte de la estrategia es de 7.82%, mientras que el del benchmark de la acción fue apenas del 1.84%.

Analizando las caídas sufridas, el MDD y la MDDD por el lado de la estrategia, fue de -2.27% y 92 intervalos de tiempo, respectivamente. El mercado por su parte tuvo un MDD de -4.85% y un MDDD de 133 intervalos de tiempo (41 más).

Como inversionista se estuvo expuesto a una menor volatilidad con la estrategia VWAP mean reversion 0.09%, en contraste con la de mantener una posición larga 1.27%. En general el benchmark de referencia presenta una mayor volatilidad anualizada, esto debido a que presenta volatilidad en todos los periodos de tiempo analizados, mientras que el algoritmo computacional opera solo en aquellos intervalos donde alcanza los parámetros previamente establecidos. En la gráfica 4.1.0 GFNORTEO 30 minutos se muestran dos bandas azules, una superior e inferior que contienen dichos parámetros.

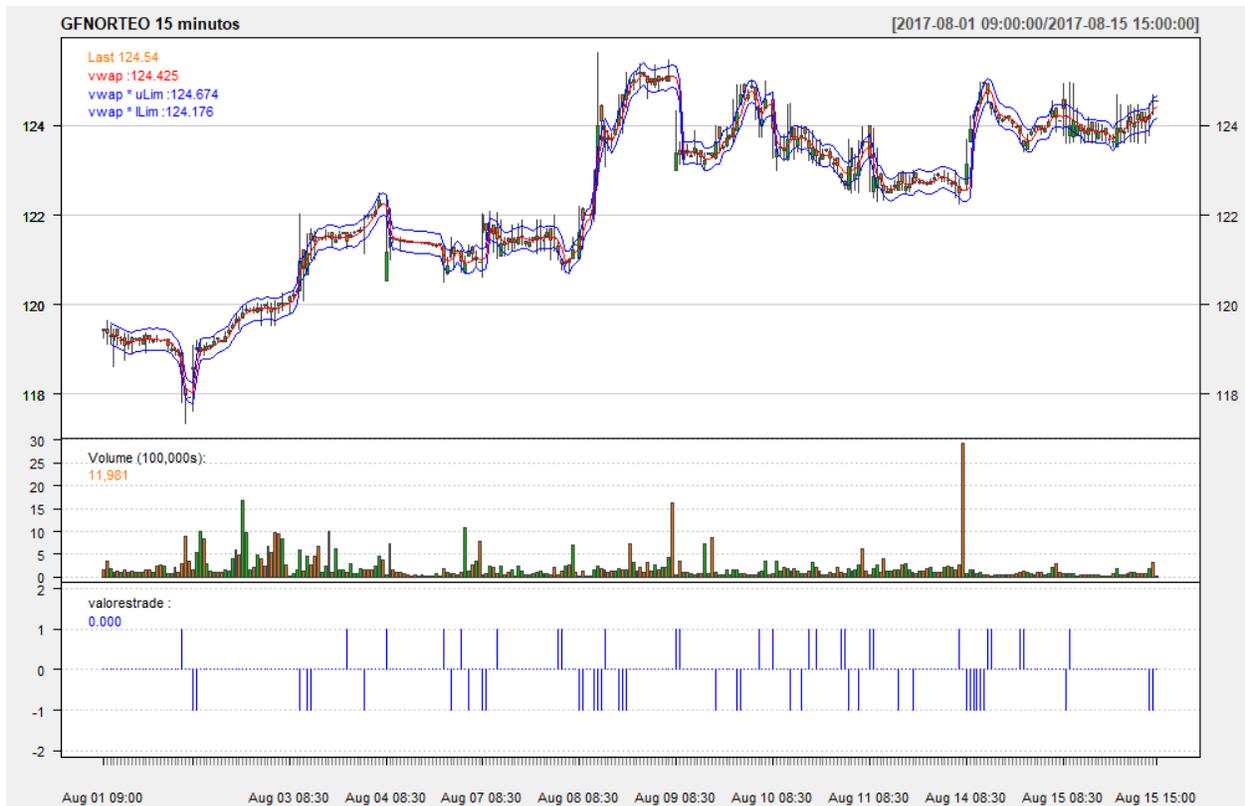
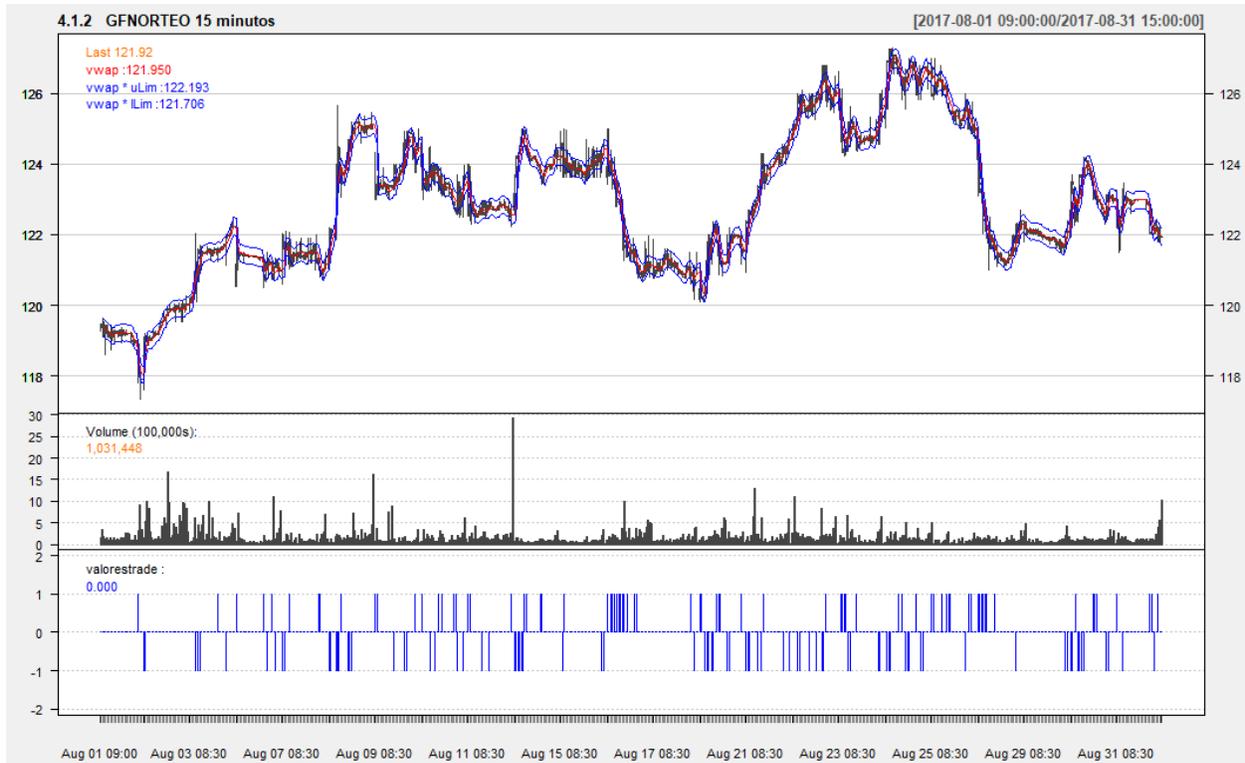




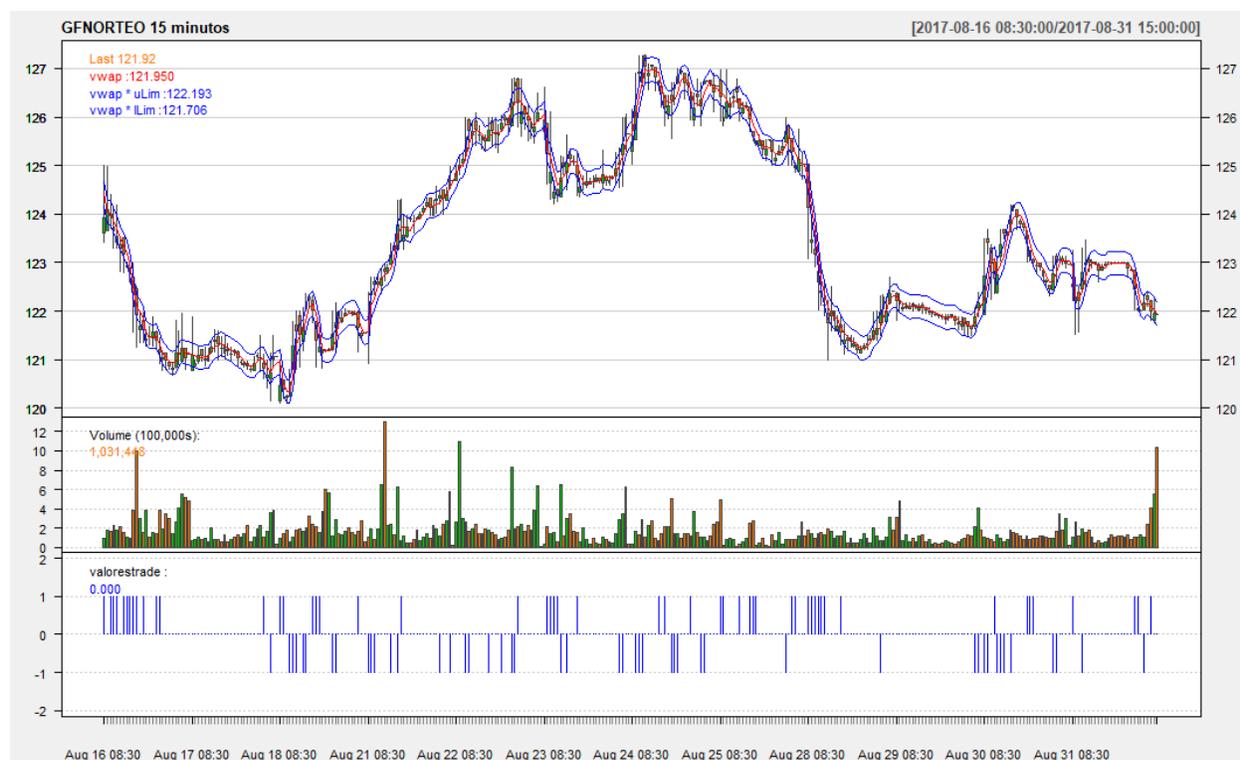
### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

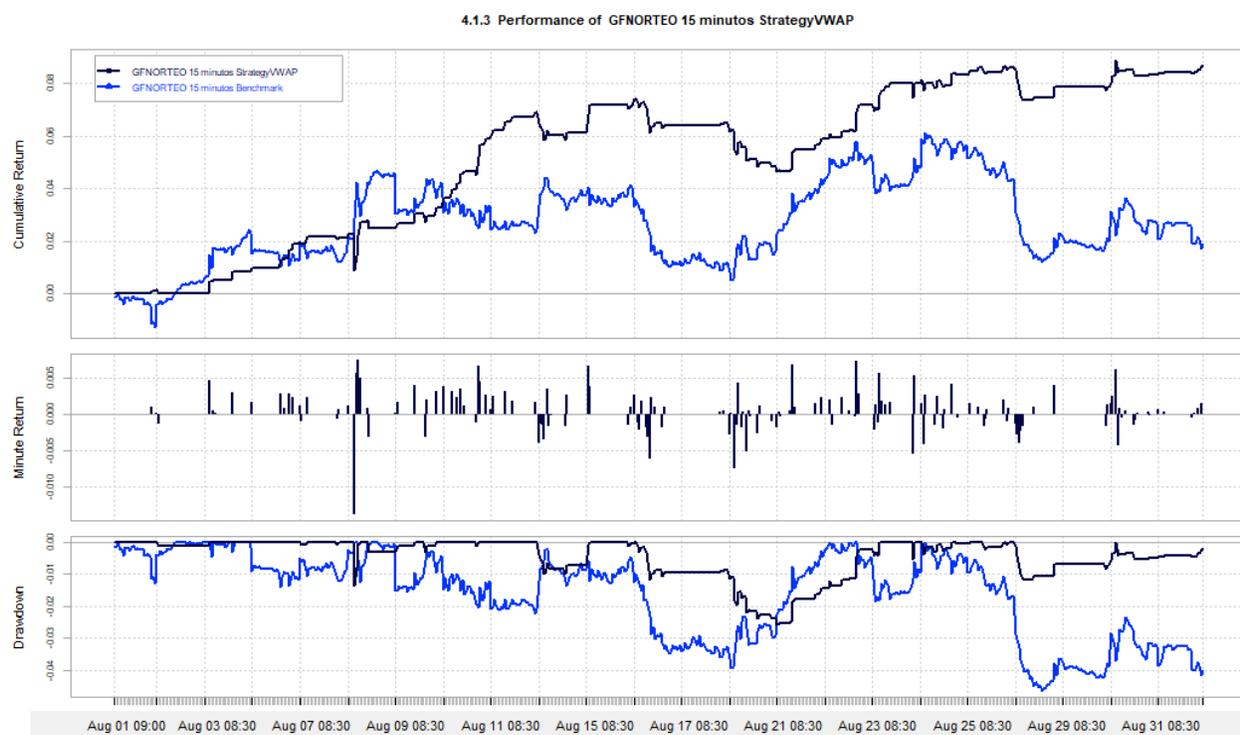


## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.1.2 BANORTE	GFNORTEO 15 Minutos Estrategia VWAP	GFNORTEO 30 Minutos Benchmark
Observaciones	617.0000	617.0000
Mínimo	-0.0140	-0.0154
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0001	0.0000
Media Geométrica	0.0001	0.0000
Máximo	0.0076	0.0140
Desviación Estándar	0.0015	0.0027
Coefficiente de Asimetría	-0.5592	-0.0972
Curtosis	20.6511	5.3977

4.1.3 BANORTE	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0895	0.0166
Rendimiento Mensual	0.0864	0.0188
Volatilidad Mensual	0.0366	0.0675
Máximo Drawdown	-0.0272	-0.0485
Máxima Duración Drawdown	138.0000	257.0000



### Análisis:

Analizando los datos obtenidos mediante la ejecución del algoritmo para intervalos de 15 minutos, correspondiente a la acción de grupo GFNORTEO, se alcanzó un desempeño notablemente superior al ofrecido por el índice de referencia de la acción. En cuanto a rendimiento acumulado la estrategia VWAP mean reversion alcanzó 8.95% en el mes, contra el 1.66% del mercado.

Por parte de la estrategia de negociación, el MDD fue del -2.72%, es decir, una caída máxima de -2.72%, mientras que la MDDD fue 138 periodos de un total de 617. Por su parte, el benchmark de la acción experimentó una fuerte caída (MDD) de -4.85%, con un total de 257 periodos a la baja (MDDD), que corresponden aproximadamente al 40% del total de intervalos.

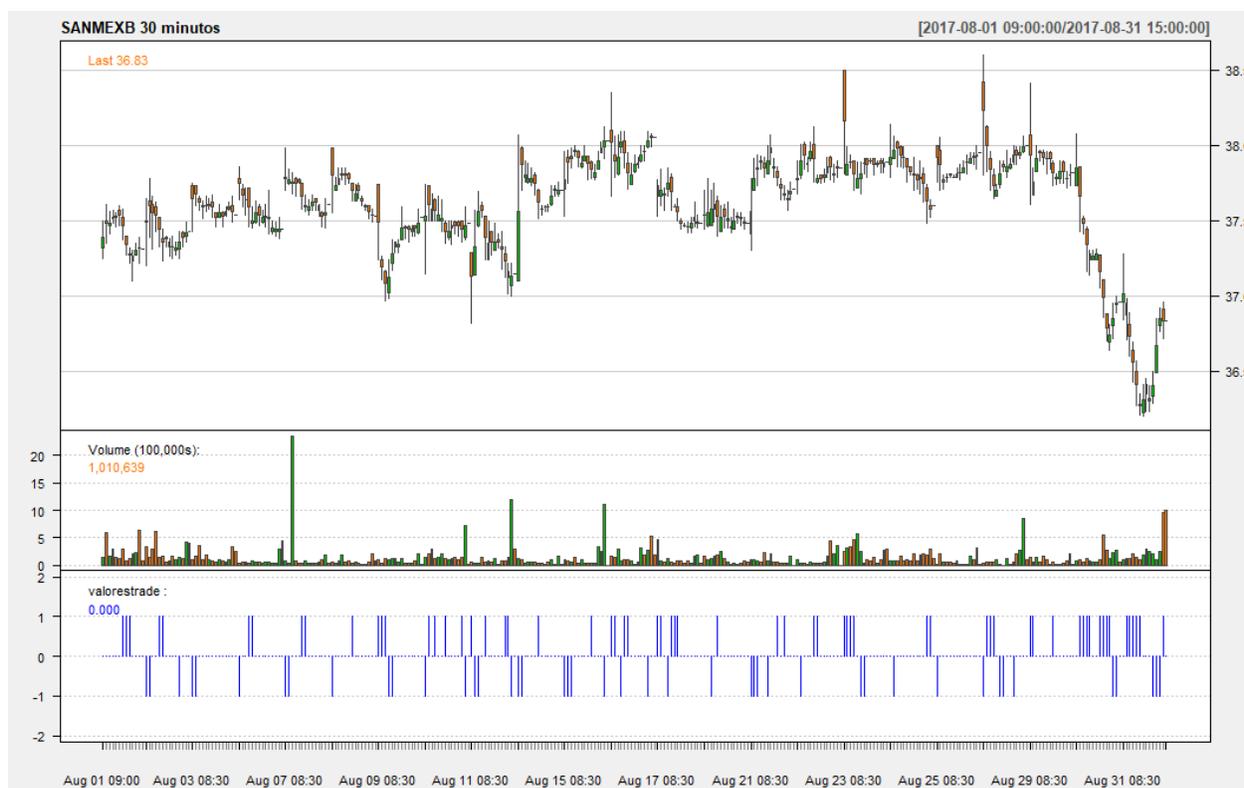
En cuanto a los datos estadísticos, el exceso de curtosis de los rendimientos de la estrategia *VWAP mean reversion* es mayor a 3, es decir de tipo leptocúrtica, asimismo se presentó un coeficiente de asimetría con sesgo hacia la izquierda y con un gran porcentaje de rendimientos negativos muy cercanos a 0.

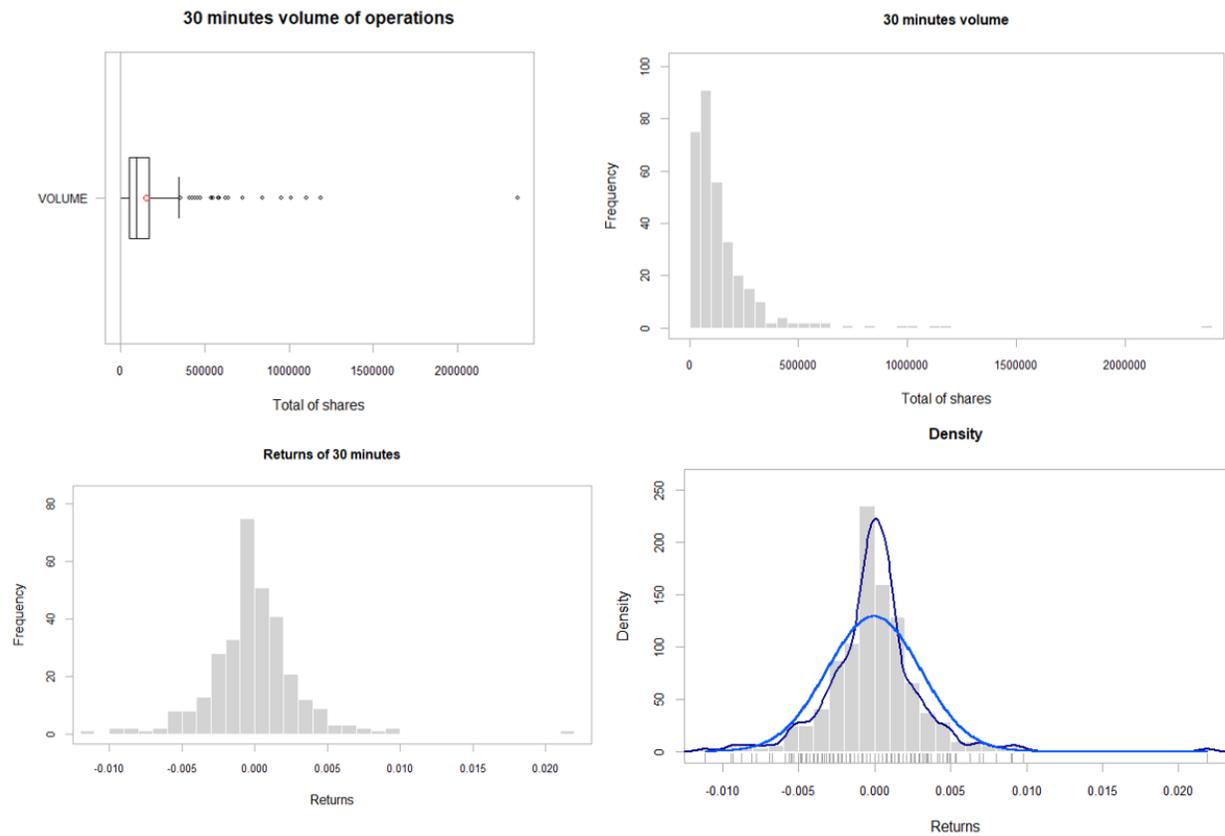
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

Contrastando el funcionamiento de la estrategia de negociación sobre la acción GFNORTEO en periodos de 15 y 30 minutos, con un volumen de negociación promedio de 192,339.11 y 365,426.96, respectivamente. Se determinó un mejor comportamiento en intervalos de tiempo más reducidos; el algoritmo mostró un mejor desempeño operando con un alto dinamismo, una volatilidad reducida de 0.2717% y con un spread de 0.3507% promedio. De igual forma, ante la volatilidad presentada de 0.3637% en intervalos de 30 minutos el algoritmo gestionó el riesgo eficientemente, operando de forma óptima en esta acción.

- Características de SANMEXB 30 minutos, sector financiero.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (30 min)	Volumen promedio (30 min)
Banco Santander México B	0.3026%	0.3088%	151,014.35

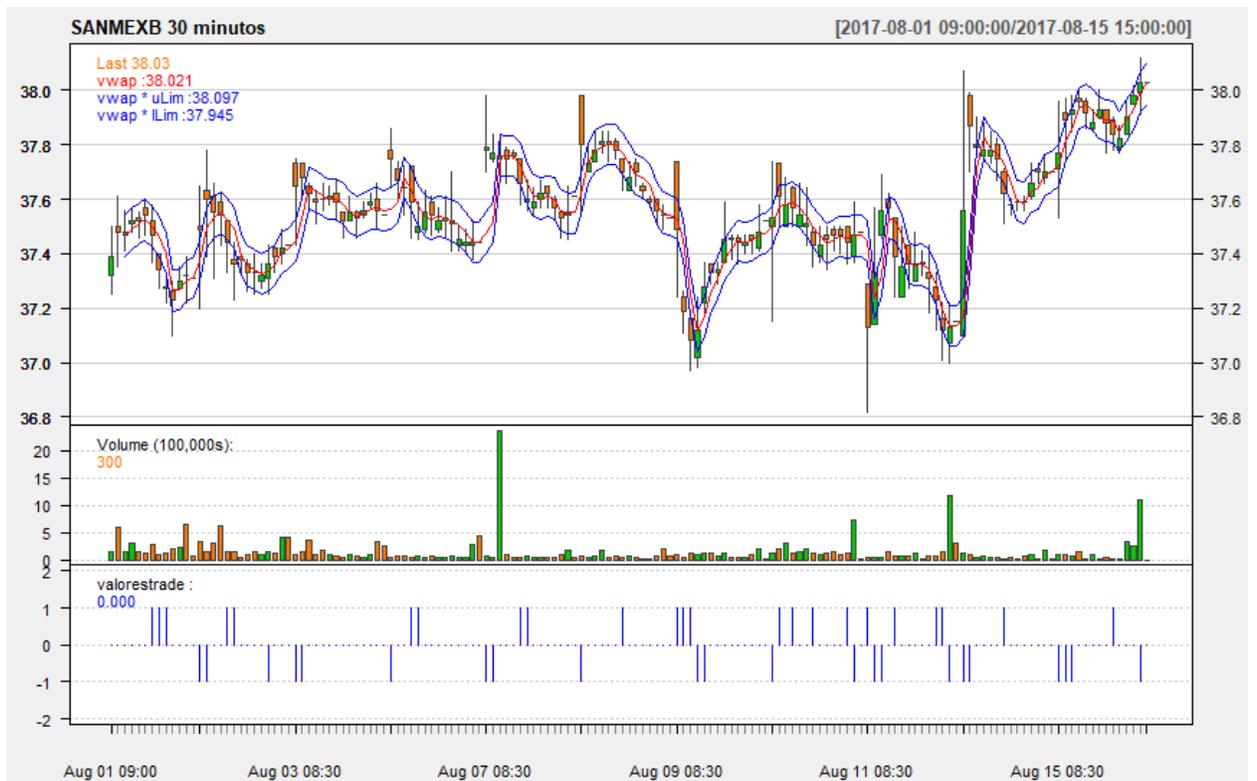
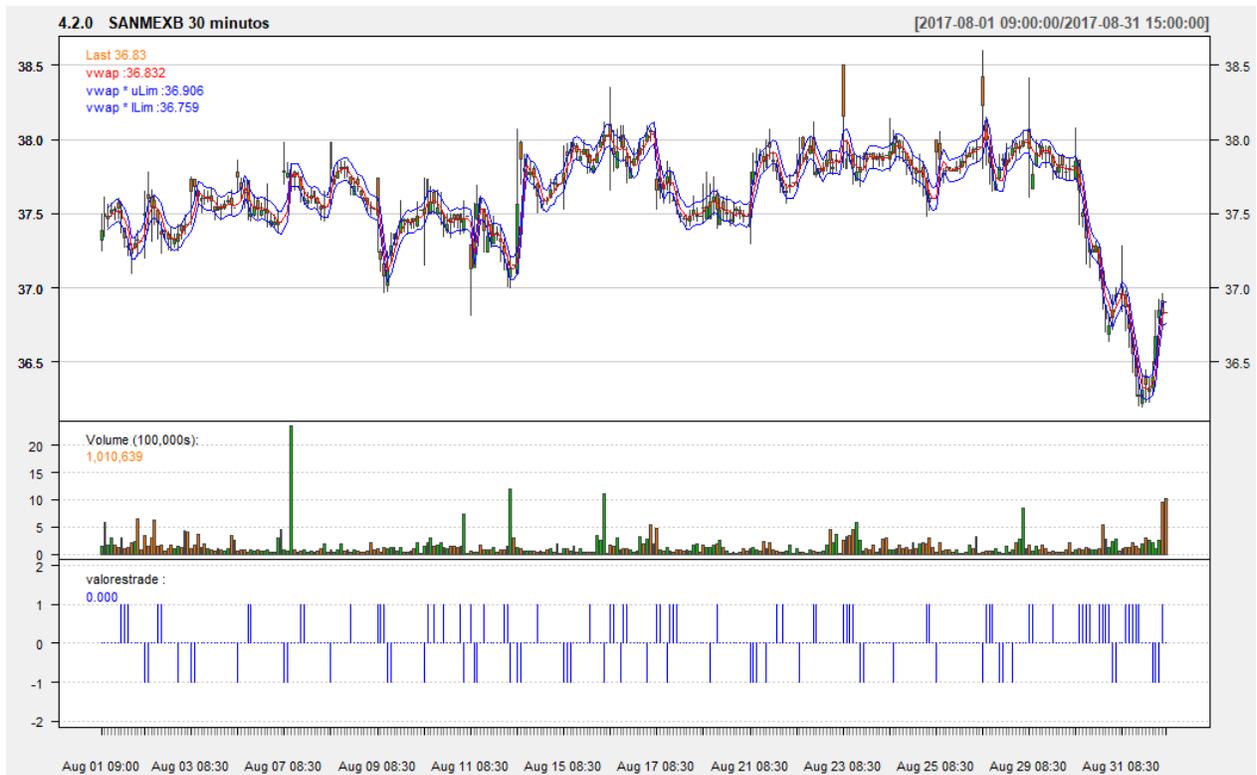




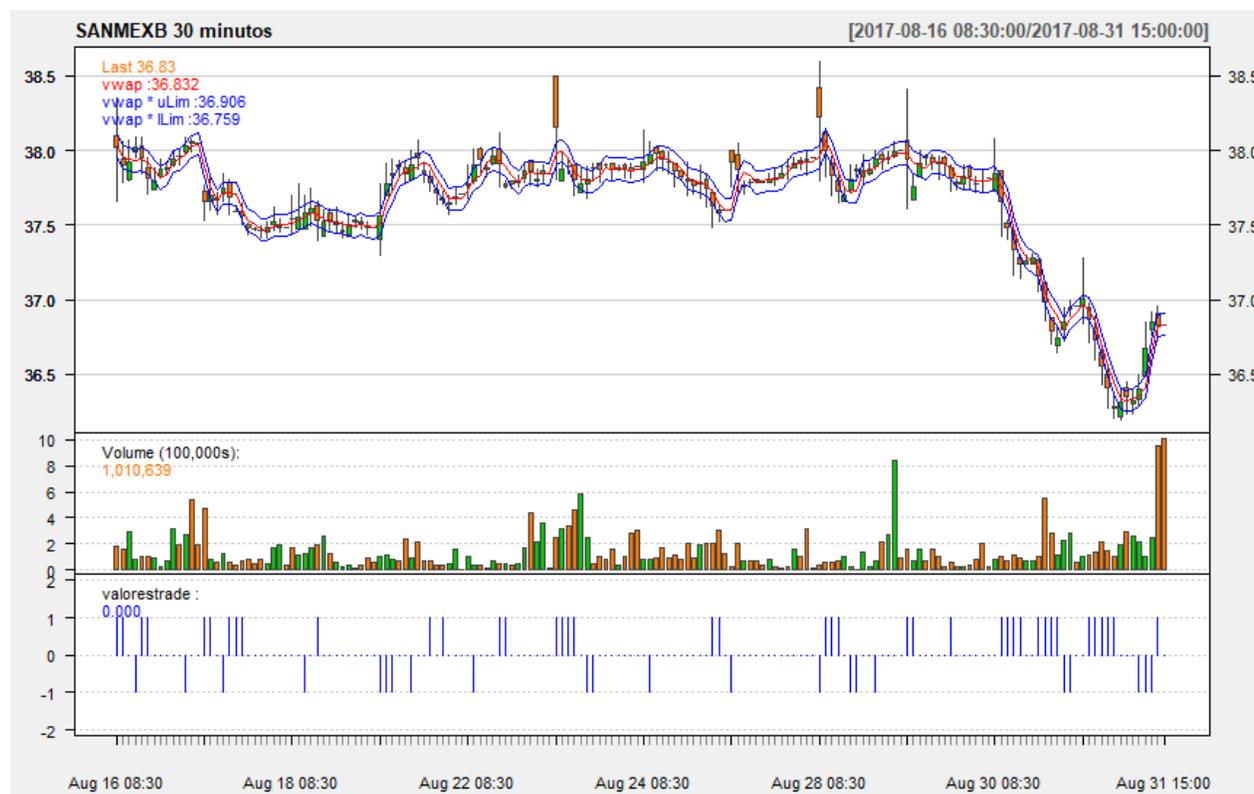
### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



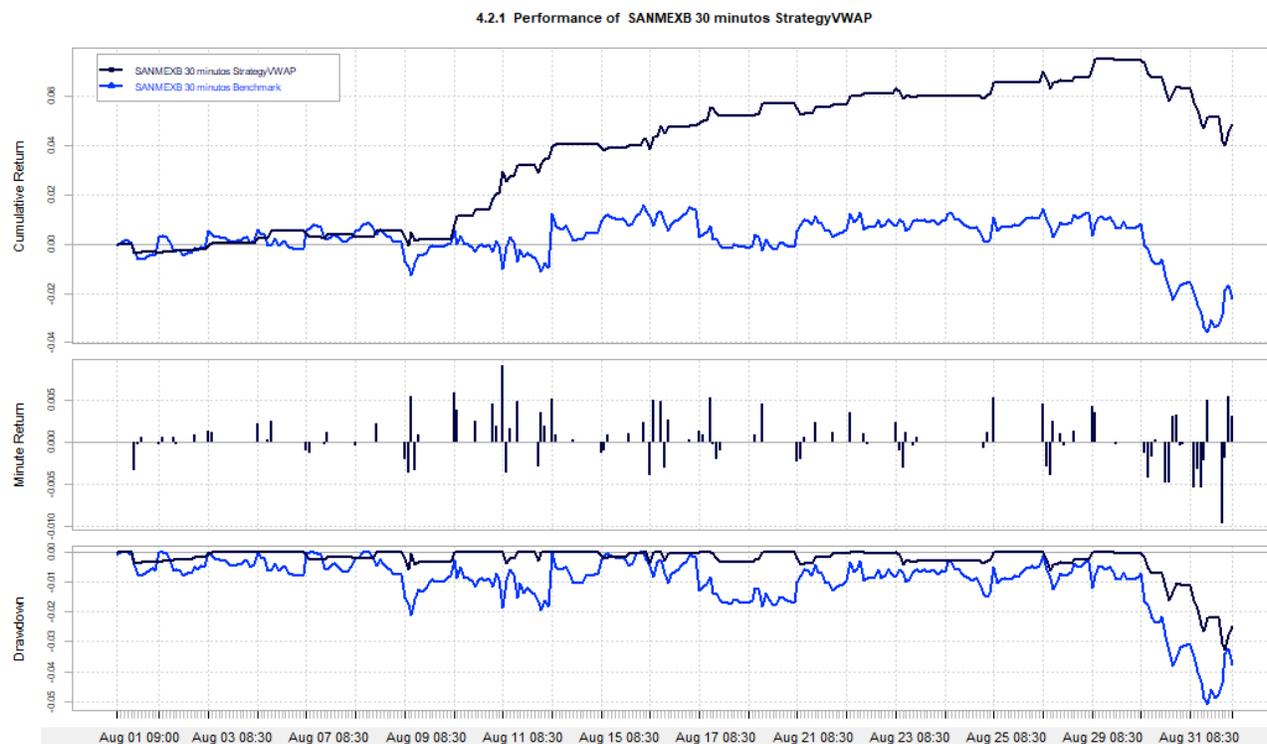
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.2.0 SANTANDER	SANMEXB 30 Minutos Estrategia VWAP	SANMEXB 30 Minutos Benchmark
Observaciones	319.0000	319.0000
Mínimo	-0.0098	-0.0112
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0002	-0.0001
Media Geométrica	0.0002	-0.0001
Máximo	0.0091	0.0219
Desviación Estándar	0.0018	0.0031
Coficiente de Asimetría	0.2074	0.9523
Curtosis	7.2679	8.7216

4.2.1 SANTANDER	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0494	-0.0235
Rendimiento mensual	0.0487	-0.0223
Volatilidad Mensual	0.0061	0.0107
Máximo Drawdown	-0.0346	-0.0511
Máxima Duración Drawdown	35.0000	169.0000

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



### Análisis:

Con base en los resultados obtenidos a través de la ejecución del algoritmo, se muestra un desempeño superior por parte de la estrategia de negociación con respecto al arrojado por el benchmark de la acción.

El rendimiento acumulado de la estrategia algorítmica para intervalos de 30 minutos fue de 4.93%, mientras que el benchmark de referencia obtuvo un desempeño negativo, -2.35%. Para la estrategia de negociación el MDD y la MDDD fue de -3.45% y de 35 intervalos de tiempo, respectivamente. El benchmark de la acción tuvo un MDD de -5.10% y una MDDD de 169 intervalos de tiempo (caídas).

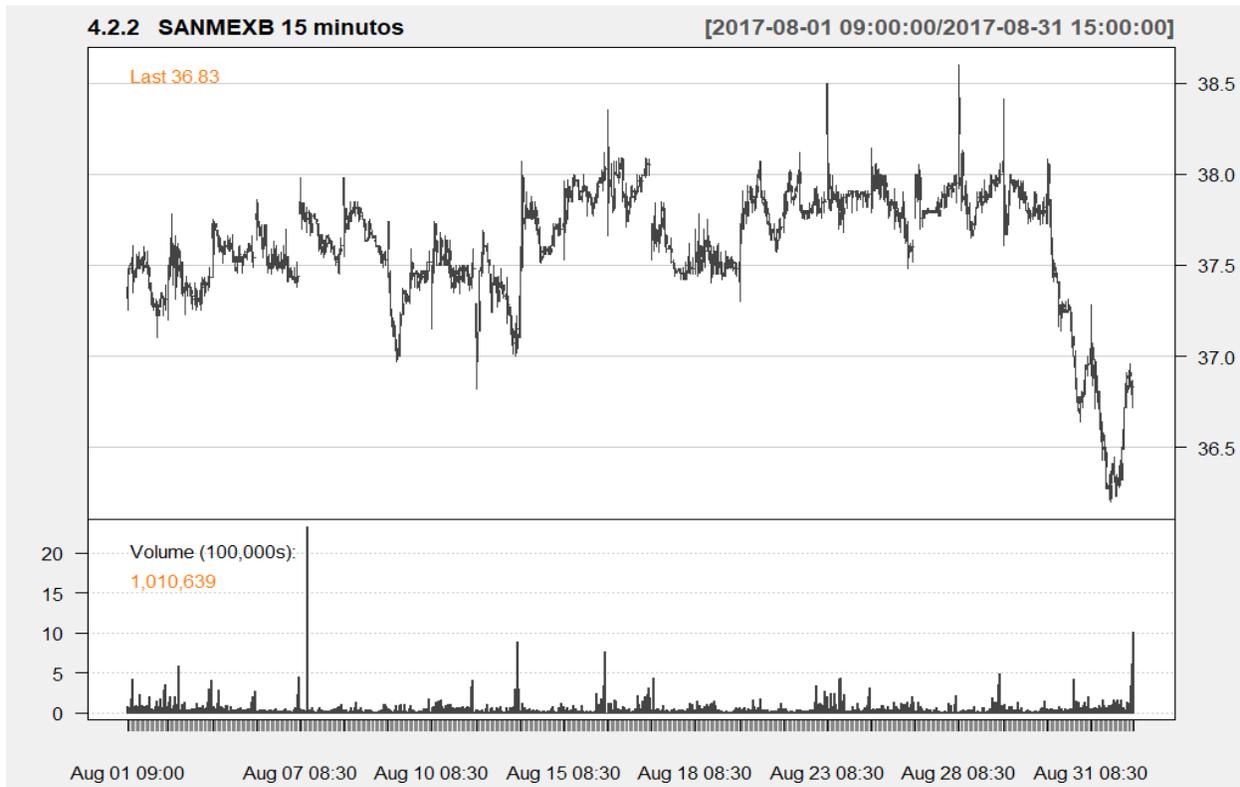
La exposición al riesgo fue menor con la estrategia VWAP mean reversion, la volatilidad mensual fue de 0.6%, mientras que con el benchmark de 1.06%, haciendo evidente la gestión adecuada del riesgo por parte de la estrategia de negociación al transaccionar menos, alcanzando mayores rendimientos y con un riesgo bajo.

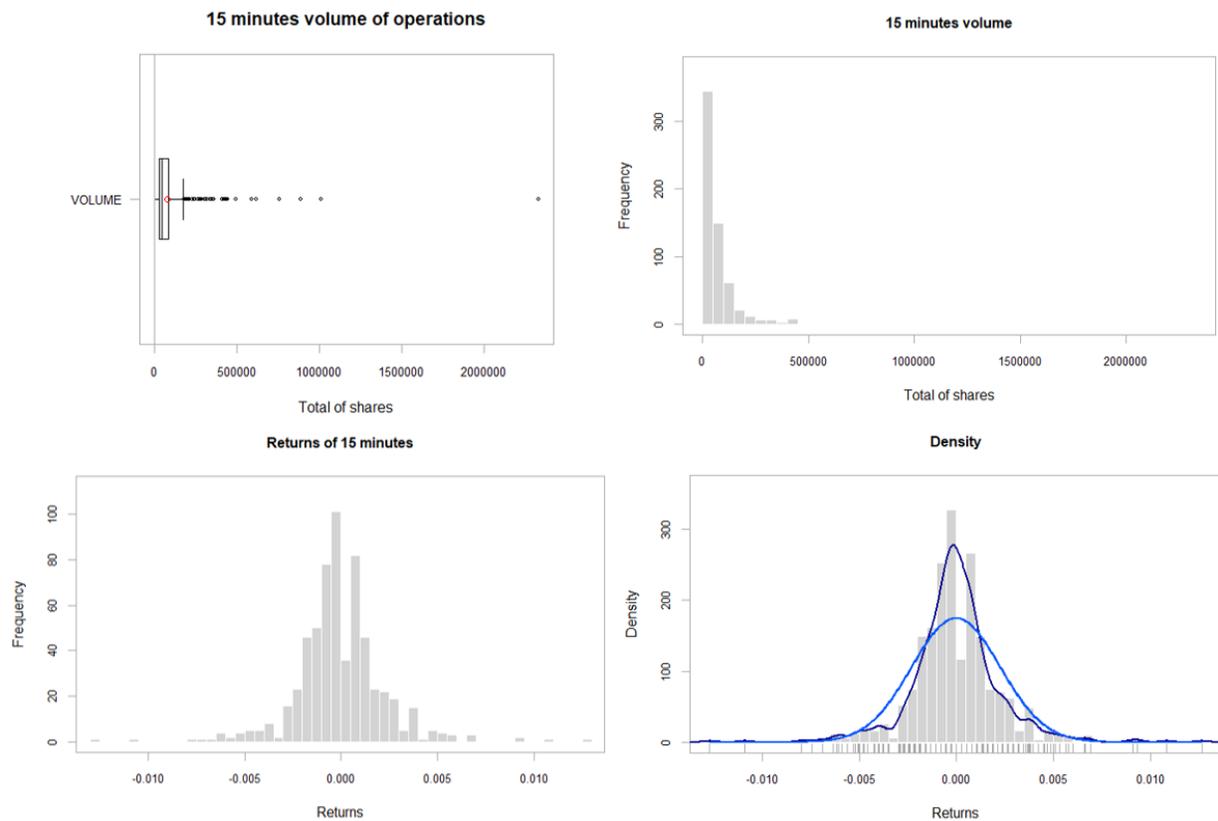
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

Analizando la distribución normal de los rendimientos obtenidos por el algoritmo, el exceso de curtosis muestra una menor aglomeración de valores respecto de la media de 0.02%, en comparación con los rendimientos otorgados por la acción con media de -0.01%. El coeficiente de asimetría fue positivo con tendencia a la simetría, 0.2074 y 0.9523 tanto para la estrategia algorítmica como para el benchmark de referencia respetivamente, no obstante, los rendimientos del benchmark poseen colas más alargadas en ambos sentidos, con un rango de [-1.12%,2.19%].

- Características de SANMEXB 15 minutos, sector financiero.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (15 min)	Volumen promedio (15 min)
Banco Santander México B	0.3026%	0.2287%	77,770.29

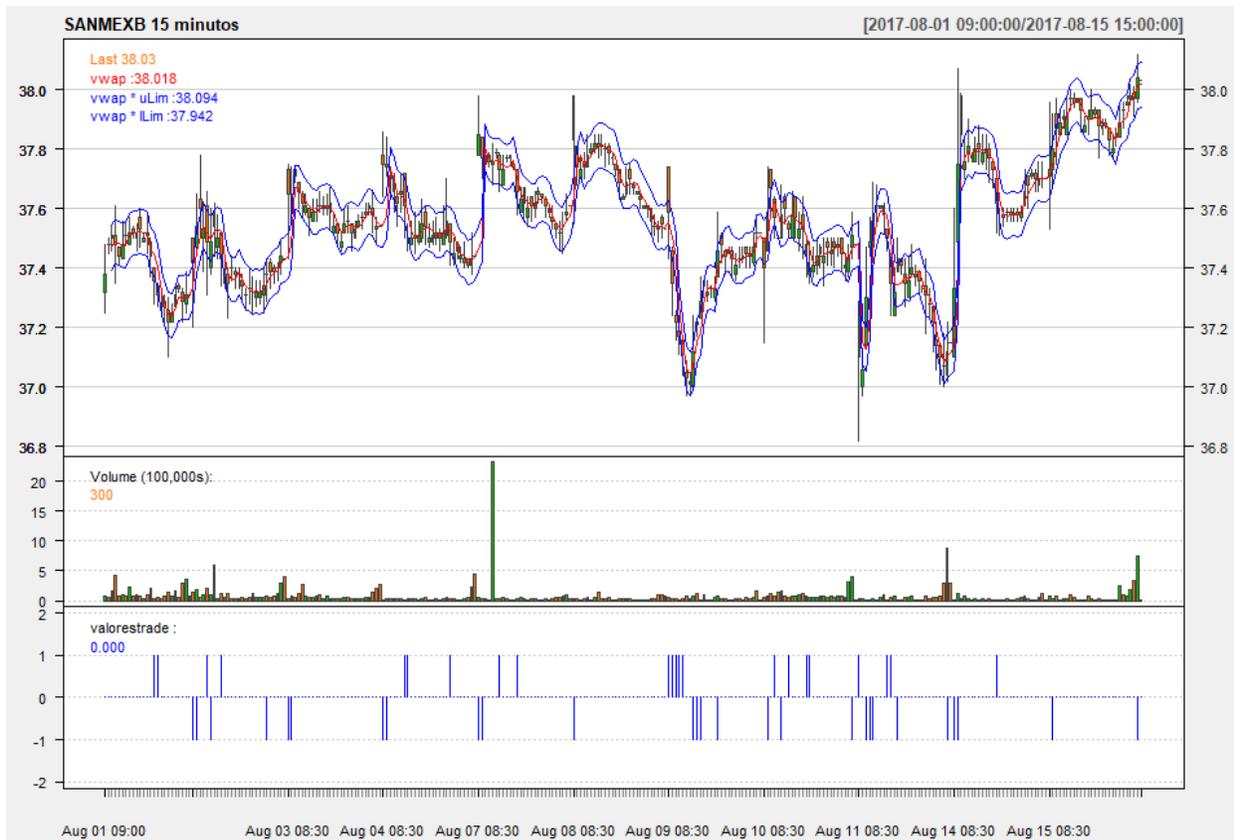
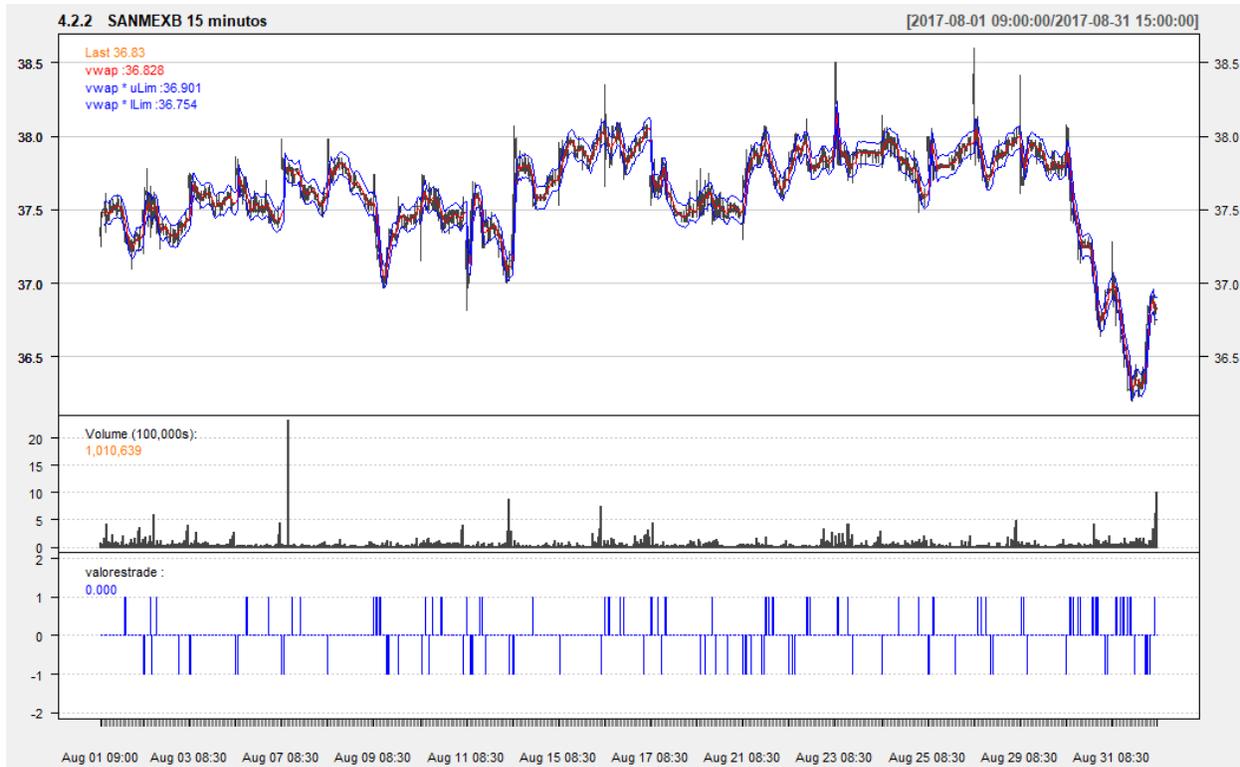




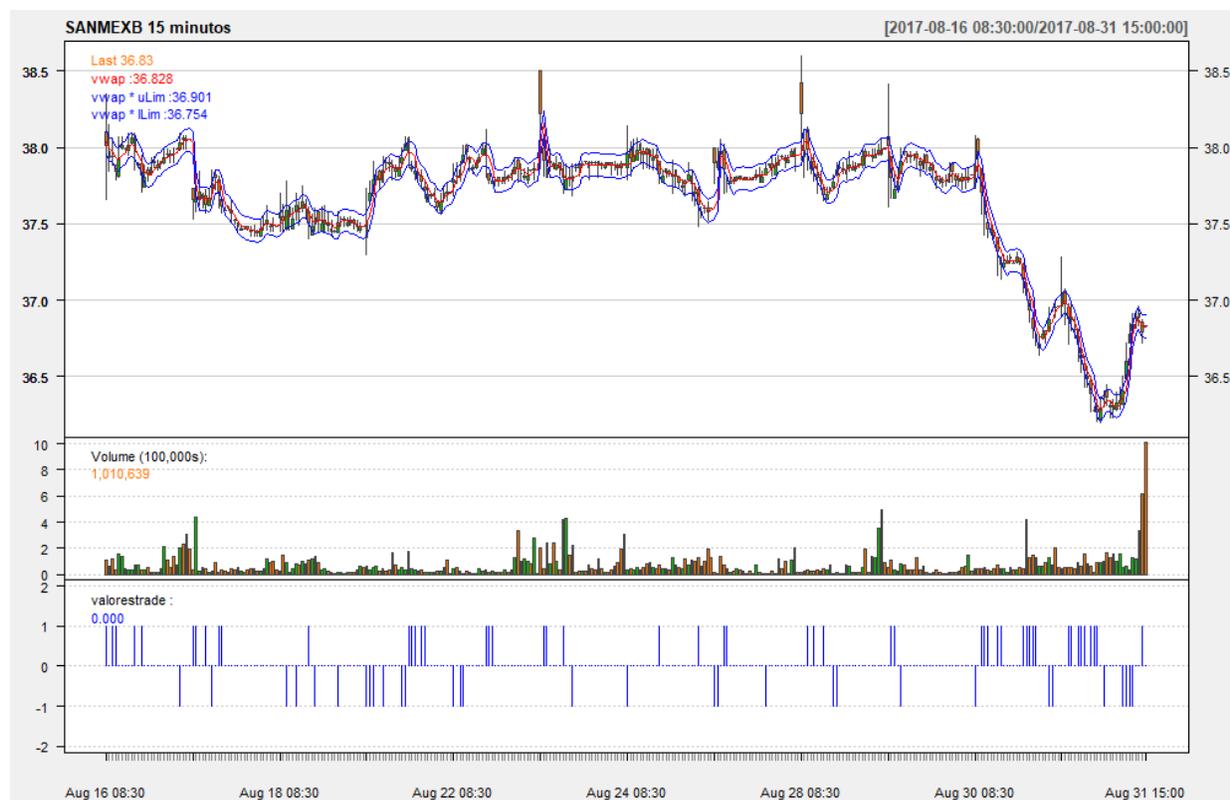
### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



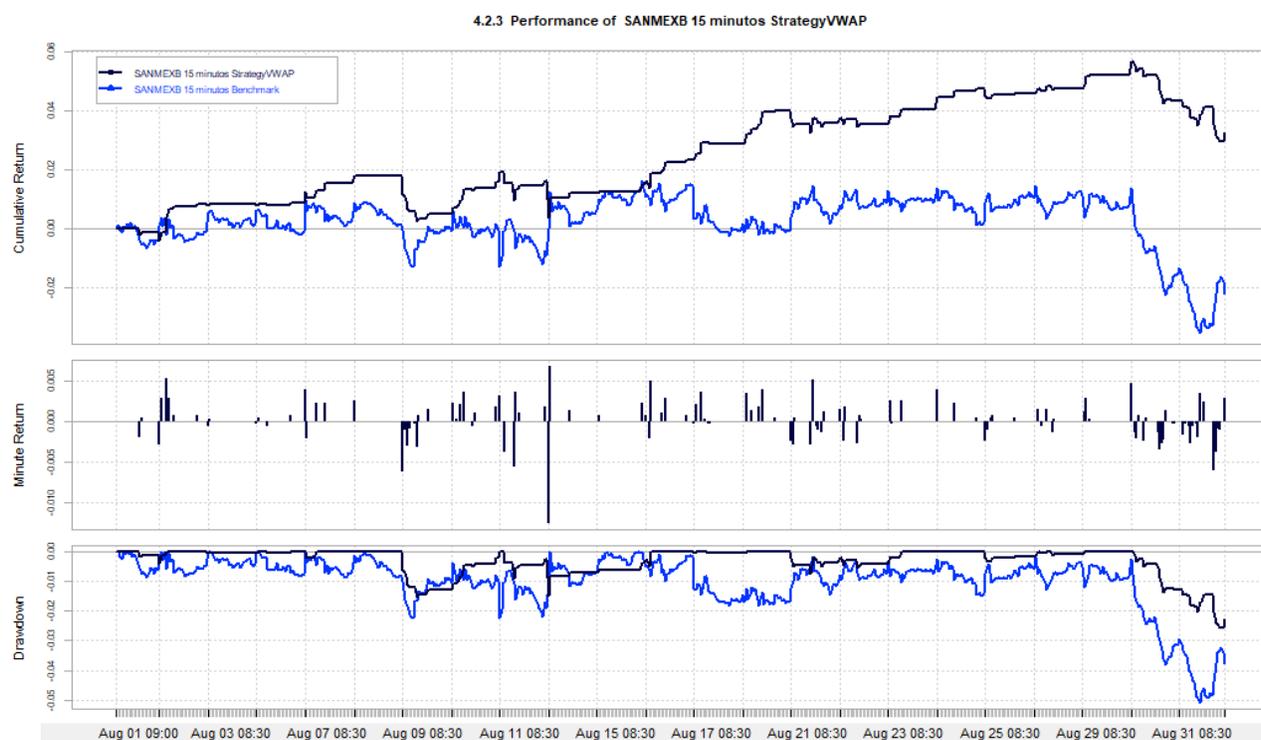
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.2.2 SANTANDER	SANMEXB 30 Minutos Estrategia VWAP	SANMEXB 30 Minutos Benchmark
Observaciones	617.0000	617.0000
Mínimo	-0.0126	-0.0127
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0001	0.0000
Media Geométrica	0.0001	0.0000
Máximo	0.0069	0.0126
Desviación Estándar	0.0012	0.0023
Coficiente de Asimetría	-1.5430	0.1109
Curtosis	28.6019	5.5219

4.2.3 SANTANDER	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0327	-0.0232
Rendimiento Mensual	0.0326	-0.0218
Volatilidad Mensual	0.0061	0.0117
Máximo Drawdown	-0.0268	-0.0512
Máxima Duración Drawdown	88.0000	325.0000

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



### Análisis:

Analizando los datos arrojados por el algoritmo, nuevamente la estrategia *VWAP mean reversion* entregó mejores resultados que el benchmark de la acción. El rendimiento acumulado de la estrategia de negociación muestra un desempeño superior prácticamente en todos los intervalos de tiempo, entregado un rendimiento final de 3.27% en contraste con una minusvalía de -2.31% por el índice de referencia. El MDD fue de -2.67% empleando el algoritmo y -5.12% sin la implementación del algoritmo (del mercado), esta caída se da a partir del 30 de agosto cuando la acción comienza a tener un descenso pronunciado en su precio. La MDDD fue de 88 intervalos con la estrategia, y de 325 intervalos con el benchmark de un total de 617 intervalos.

La exposición al riesgo fue mejor gestionada utilizando el algoritmo *VWAP mean reversion*, una volatilidad mensual de 0.60% comparado con el 1.16% en el cual estuvo inmersa la acción a través del benchmark de referencia, casi el doble de volatilidad y muy parecido en el escenario anterior con intervalos de 30 minutos.

Llevando a cabo un análisis de los datos estadísticos, los rendimientos obtenidos mediante el algoritmo para intervalos de 15 minutos forman una distribución normal con

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

---

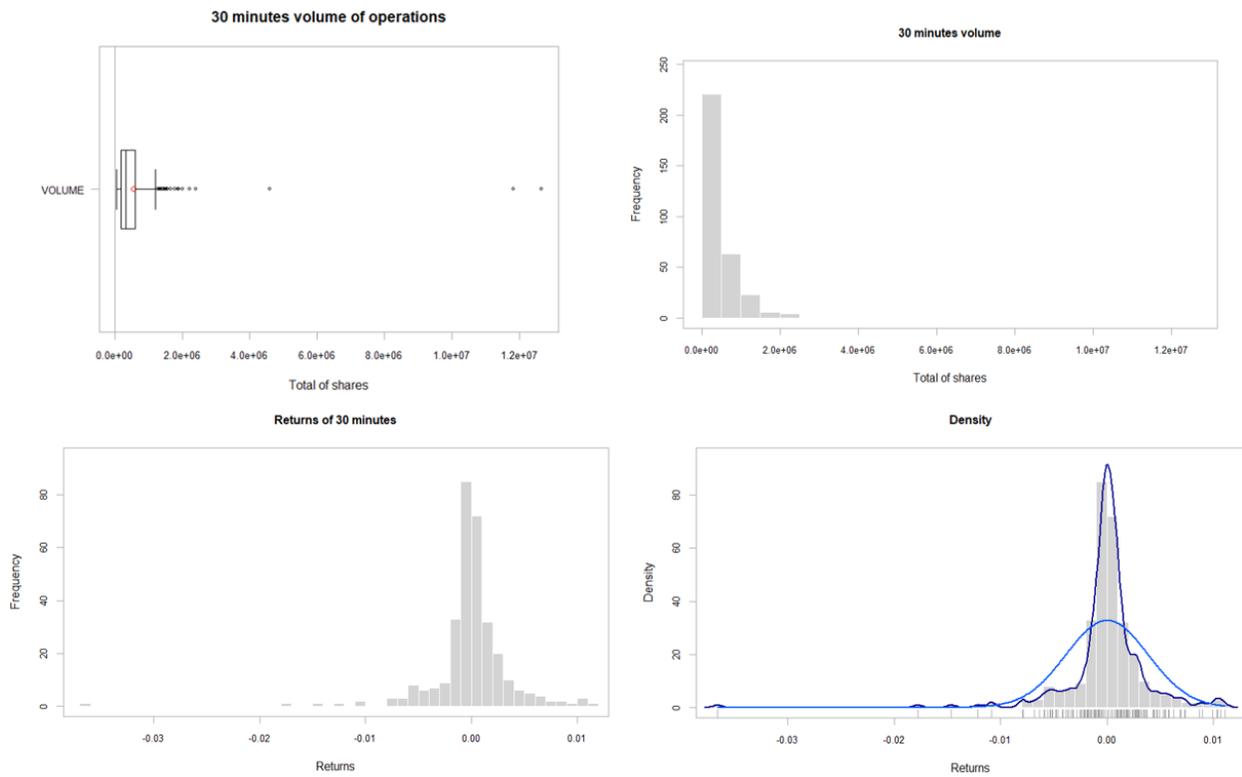
una alta concentración alrededor de su media 0.01%, de la misma forma se presentó un coeficiente de asimetría sesgado hacia la izquierda en teoría con rendimientos negativos, en la mayoría de los casos estos rendimientos son igual 0%, comprendiendo intervalos donde el algoritmo no realiza ninguna negociación. El rango de los rendimientos de la estrategia de negociación oscila entre [-1.26%, 0.69%], mientras que el benchmark de la acción posee un coeficiente de asimetría cercano a 0, es decir muy parecida a una distribución simétrica, con un rango entre [-1.27, 1.26%] teniendo un límite superior mayor que el algoritmo, pero sin una gestión de riesgo entregado un desempeño menor.

Comparando el funcionamiento de la estrategia dentro de los dos intervalos de tiempo, el algoritmo entrega un mayor rendimiento acumulado en periodos de 30 minutos, 4.93% respecto al 3.27% obtenido en 15 minutos. Por otra parte, en cuanto al MDD la caída es más pronunciada en periodos de 30 minutos, -3.45% contra -2.67% en periodos de 15 minutos, gran parte de esta caída tiene que ver con la exposición de la volatilidad, donde la volatilidad es más grande para el periodo de mayor longitud de tiempo, y estrechamente relacionada con el doble del volumen de negociación en el mercado.

- Características de GMEXICO 30 minutos, sector materiales.

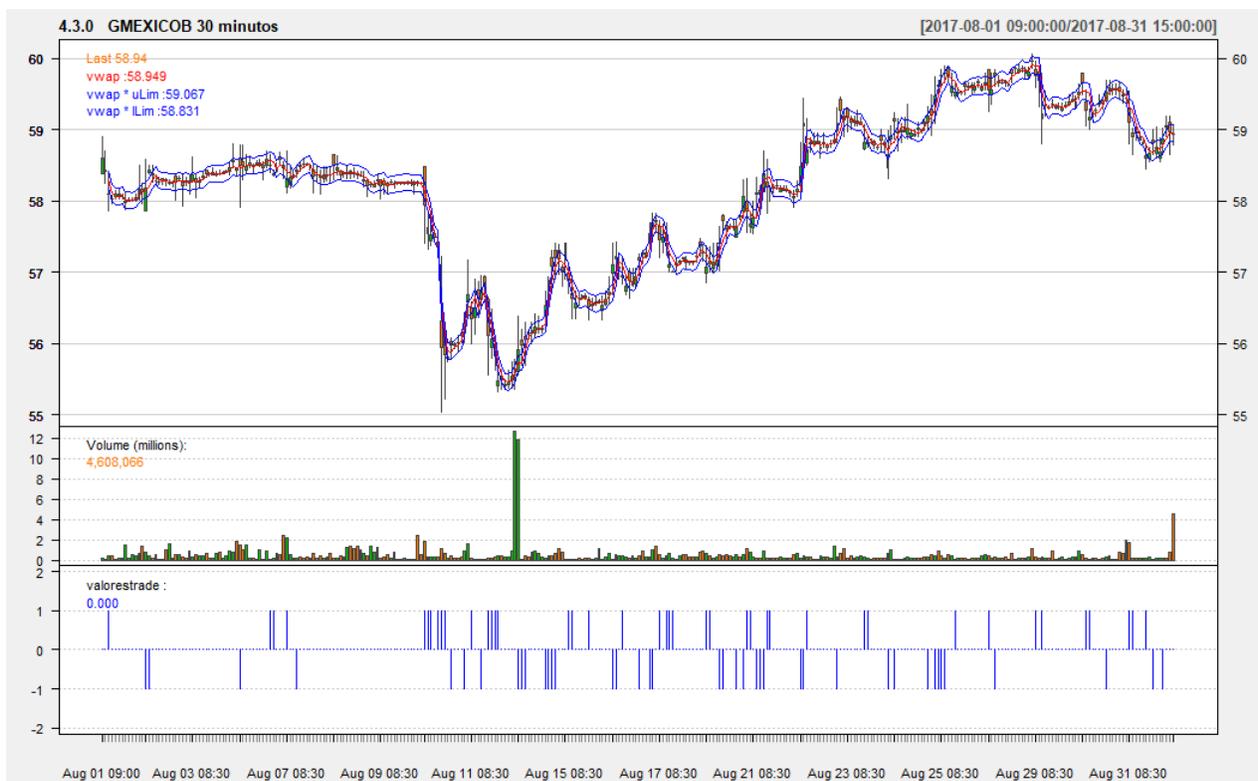
<b>Emisora</b>	<b>Liquidez</b>	<b>Volatilidad (30 min)</b>	<b>Volumen promedio (30 min)</b>
Grupo México SAB de CV B	0.3060%	0.3824%	554,448.03

# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

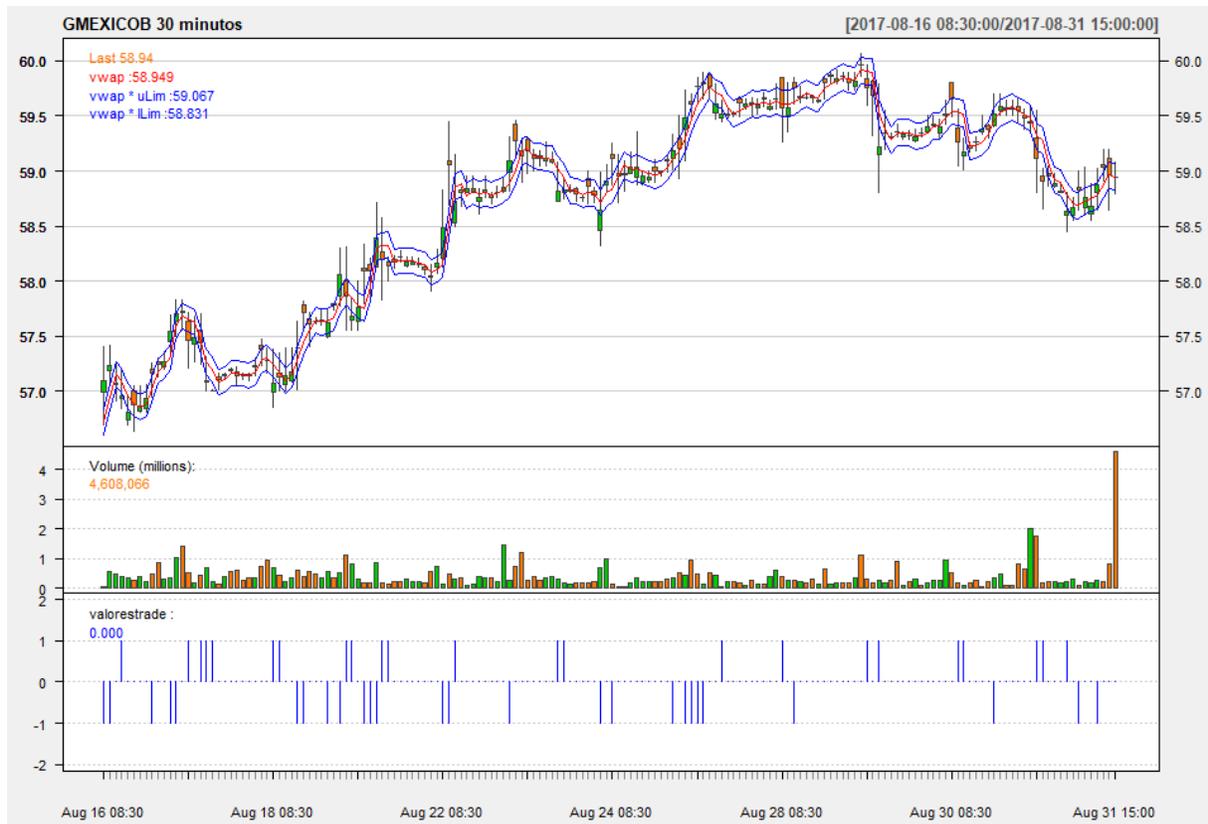
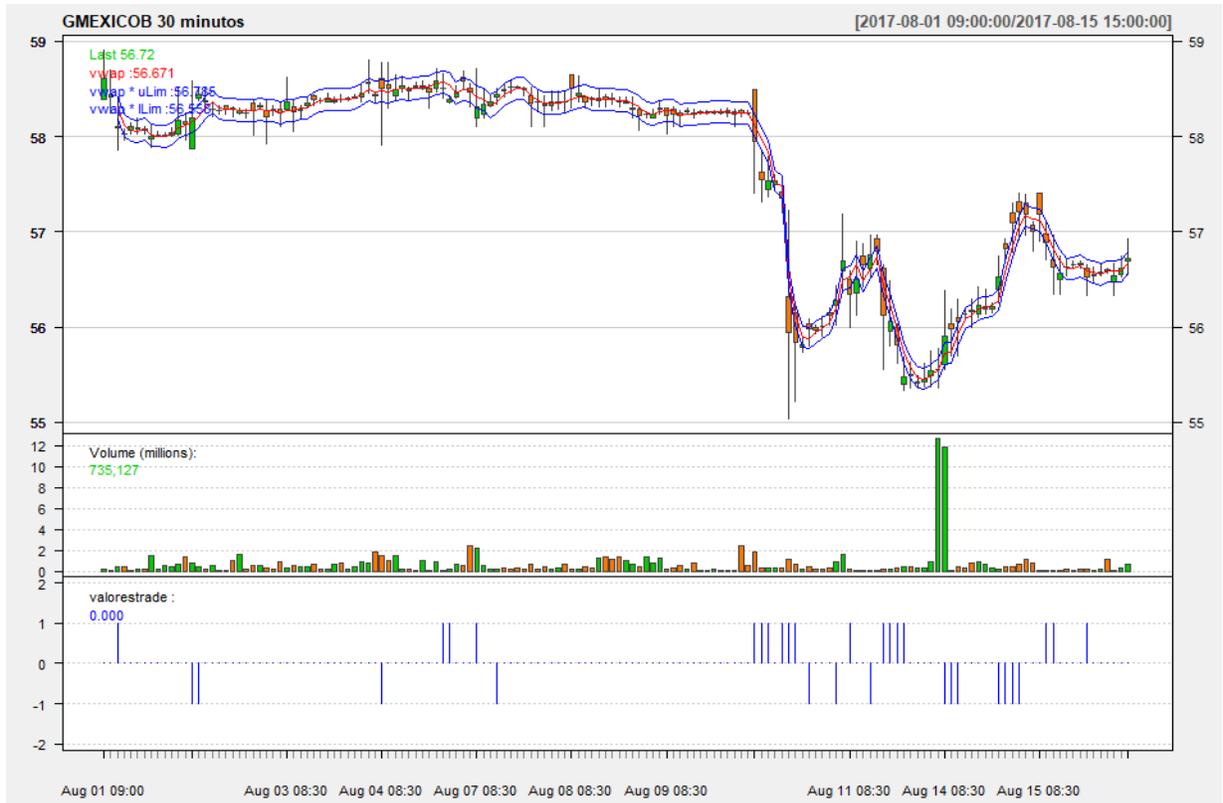


### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998



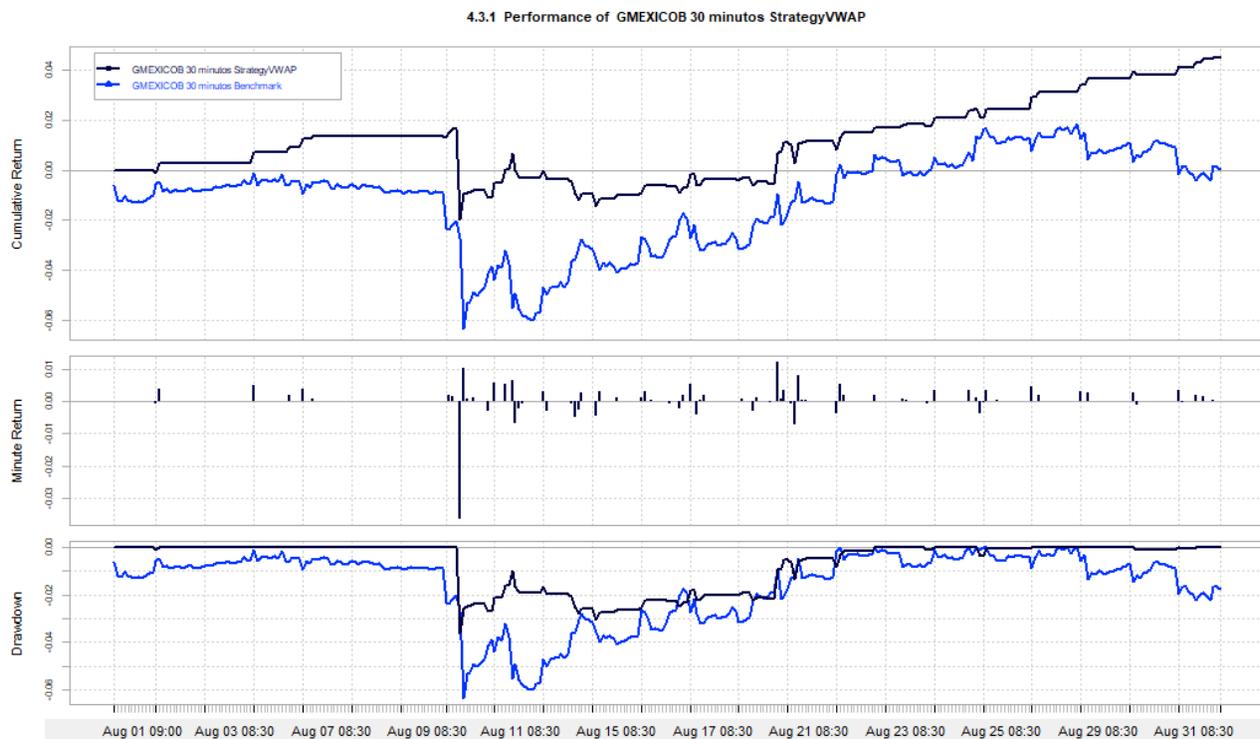
# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

4.3.0 GRUPO MÉXICO	GMEXICO 30 Minutos Estrategia VWAP	GMEXICO 30 Minutos Benchmark
Observaciones	318.0000	318.0000
Mínimo	-0.0366	-0.0366
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0001	0.0000
Media Geométrica	0.0001	0.0000
Máximo	0.0122	0.0111
Desviación Estándar	0.0027	0.0039
Coficiente de Asimetría	-7.5971	-3.0273
Curtosis	112.0885	26.7680

4.3.1 GRUPO MÉXICO	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0448	-0.0022
Rendimiento mensual	0.0450	0.0002
Volatilidad Mensual	0.0137	0.0197
Máximo Drawdown	-0.0346	-0.0627
Máxima Duración Drawdown	128.0000	209.0000



### Análisis:

De acuerdo con los resultados generados por el algoritmo en el caso de la acción de grupo México para intervalos de 30 minutos, la estrategia de negociación mostró un mejor comportamiento que su benchmark de referencia. Los rendimientos acumulado y mensual con la estrategia fueron de 4.47% y 4.49%, mientras que el benchmark del mercado alcanzó -0.22% y 0.02% en ambos casos.

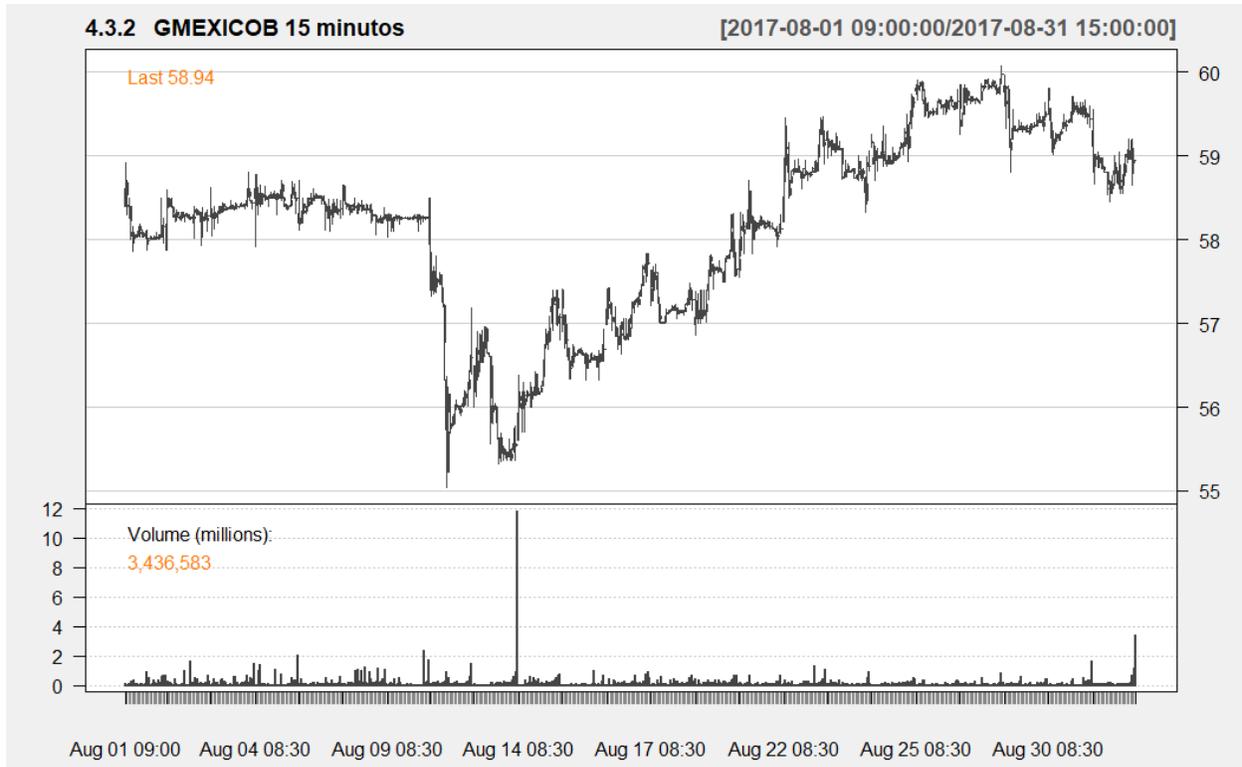
En la gráfica 4.3.1 se puede observar la fuerte caída que sucede en la acción producto de un rendimiento negativo de -3.66%, este rendimiento negativo corresponde al MDD de la estrategia, el cual le tomó 128 intervalos de tiempo en recuperarse. Por parte del mercado, el MDD aumenta drásticamente cayendo hasta -6.26% como consecuencia de dicho rendimiento negativo tomándole por arriba del 60% del total de intervalos y volviendo más tardada la recuperación, con una MDDD de 209 intervalos.

El comportamiento de los rendimientos en ambos casos sigue una distribución normal de tipo leptocúrtica muy pronunciada, con colas gruesas esto debido a la alta volatilidad presentada. El coeficiente de asimetría es negativo en la estrategia, es decir, con sesgo hacia la izquierda con muy una cola alargada debido al máximo rendimiento negativo de -3.66%. Cabe destacar que en la mayoría de los casos los rendimientos son iguales a 0%, cercanos a su media de 0.01%. Este fenómeno se presenta con frecuencia en la estrategia debido a que se toman en cuenta los rendimientos en aquellos intervalos donde el algoritmo no opera y por lo tanto el rendimiento es 0%.

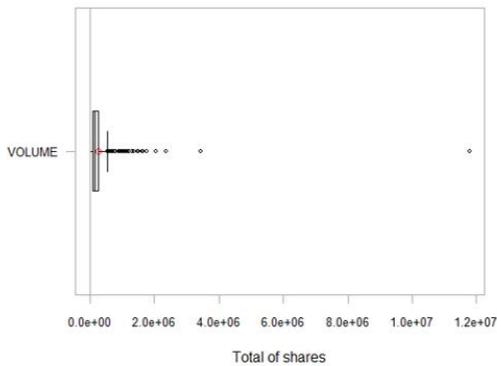
- Características de GMEXICO 15 minutos, sector materiales.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (15 min)	Volumen promedio (15 min)
Grupo México SAB de CV B	0.3060%	0.2684%	253,107.49

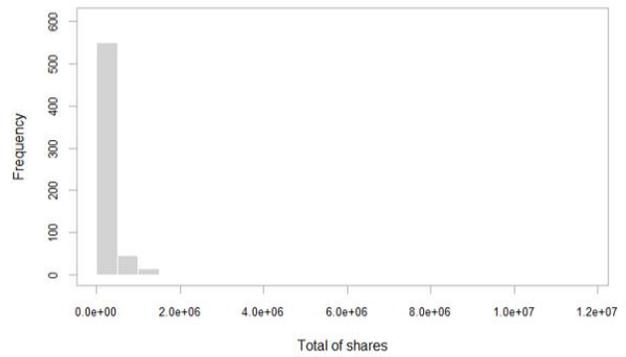
# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



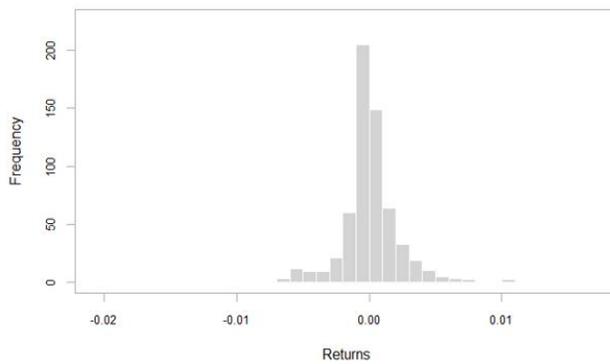
15 minutes volume of operations



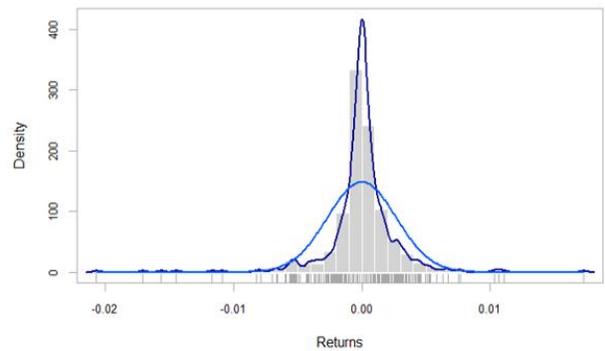
15 minutes volume



Returns of 15 minutes

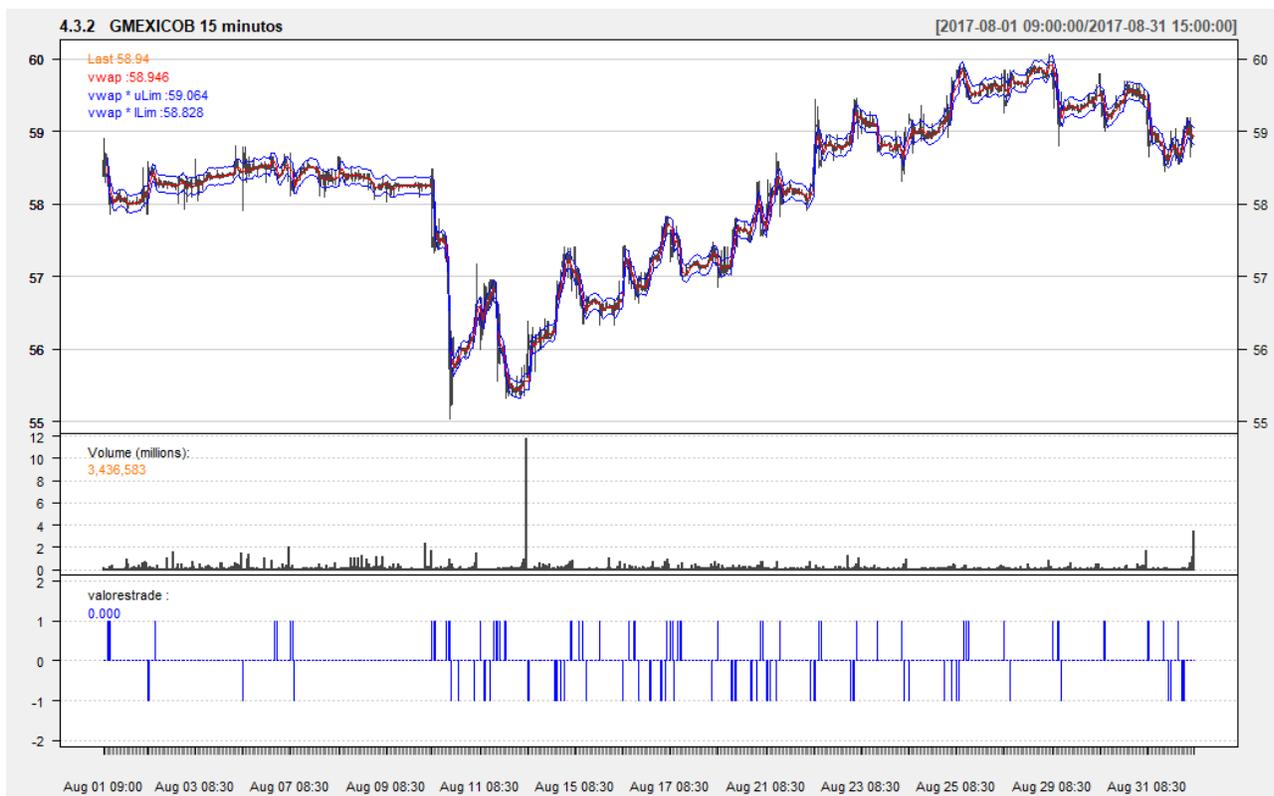


Density

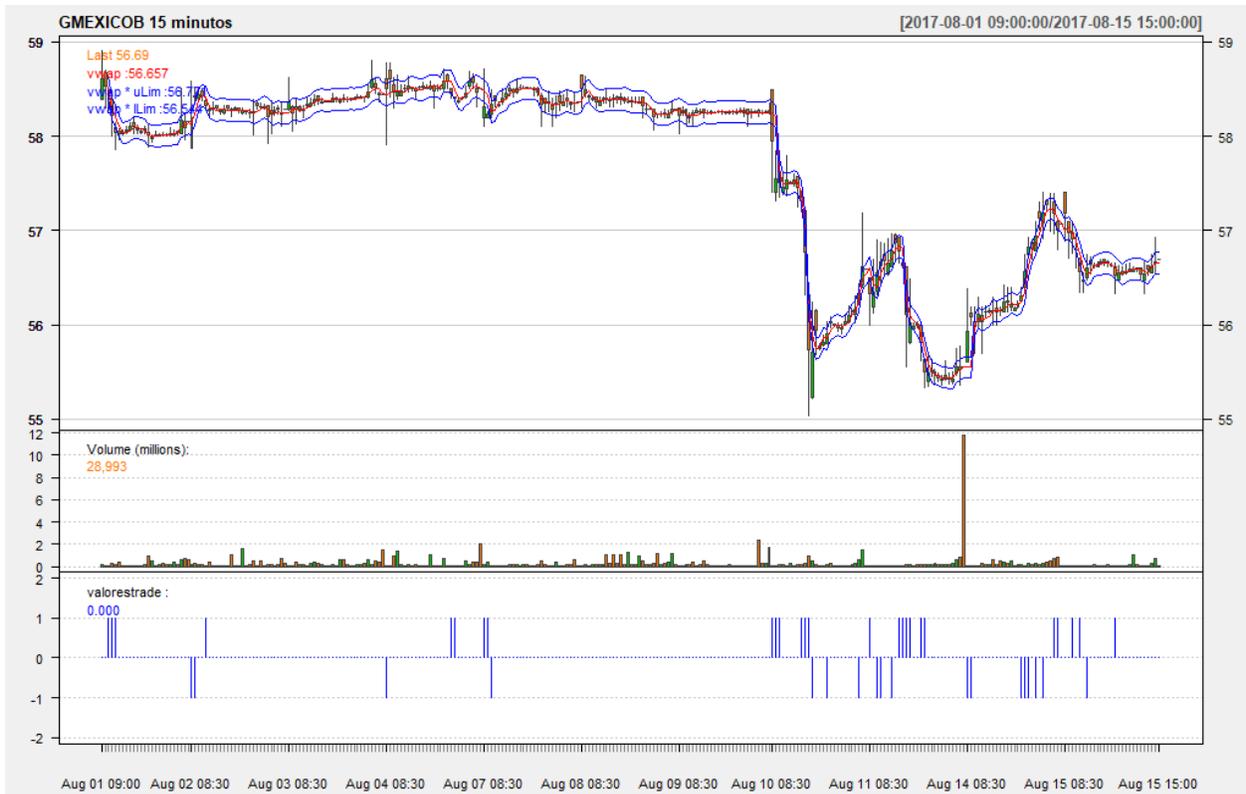
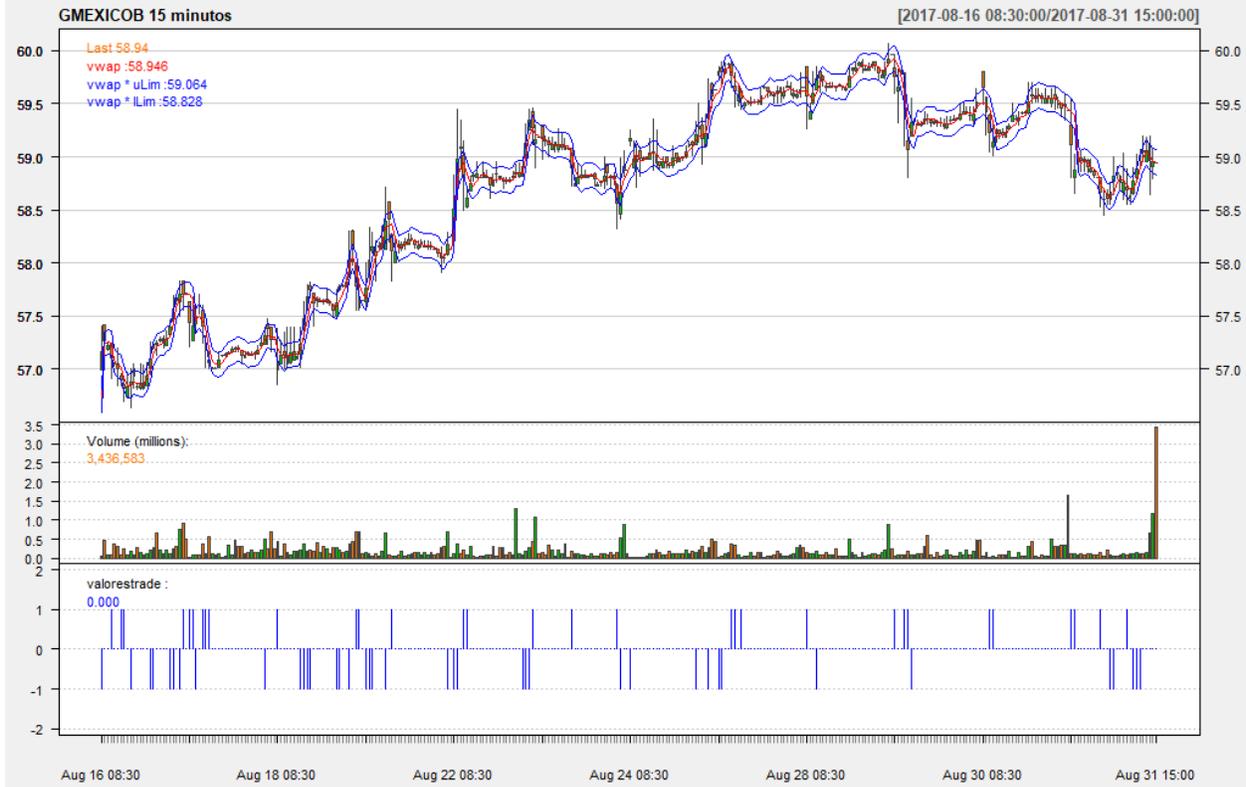


### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998



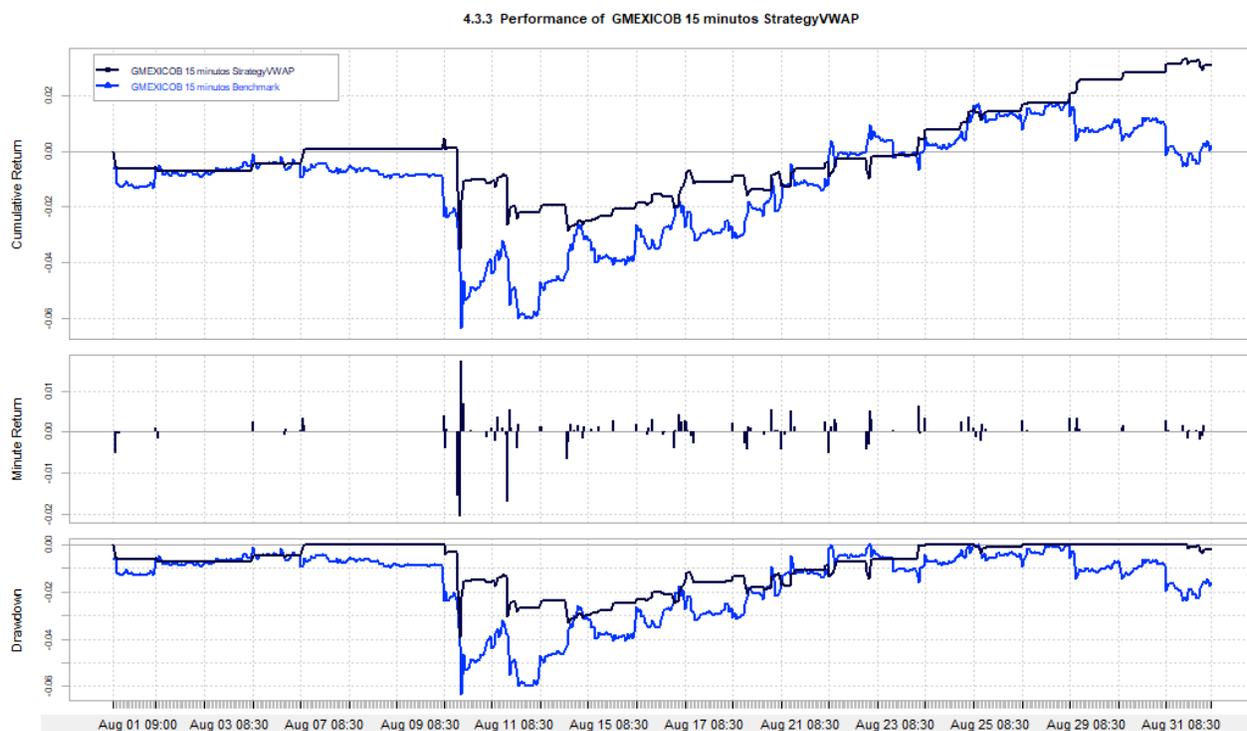
# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

4.3.2 GRUPO MÉXICO	GMEXICO 15 Minutos Estrategia VWAP	GMEXICO 15 Minutos Benchmark
Observaciones	616.0000	616.0000
Mínimo	-0.0207	0.0207
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0000	0.0000
Media Geométrica	0.0000	0.0000
Máximo	0.0173	0.0173
Desviación Estándar	0.0018	0.0027
Coficiente de Asimetría	-3.3681	-1.2904
Curtosis	270.0000	403.0000

4.3.3 GRUPO MÉXICO	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0301	-0.0004
Rendimiento mensual	0.0307	0.0019
Volatilidad Mensual	0.0446	0.0667
Máximo Drawdown	-0.0392	-0.0621
Máxima Duración Drawdown	270.0000	403.0000



### Análisis:

Para el caso de grupo México en intervalos de 15 minutos, el comportamiento es muy similar al anterior (intervalos de 30 minutos). La estrategia presenta un mayor rendimiento, tanto acumulado como mensual 3.01% y 3.06%, mientras que los rendimientos en el benchmark otorgaron prácticamente 0%, en ambos casos. En cuanto al MDD, el resultado de la estrategia fue de -3.91% contra -6.20% del mercado; ambas caídas suceden el 10 de agosto cuando la acción experimenta un fuerte descenso en su valor, pasando de \$58.49 hasta \$55.04 por acción, para posteriormente recuperarse de esa caída, tomando 270 y 403 intervalos de tiempo para la estrategia y el benchmark respectivamente, de un total de 616 intervalos.

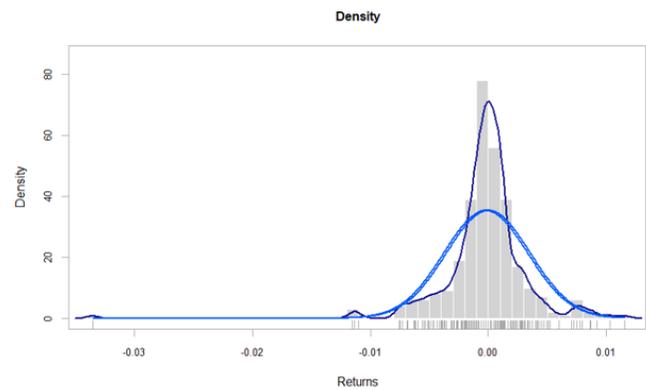
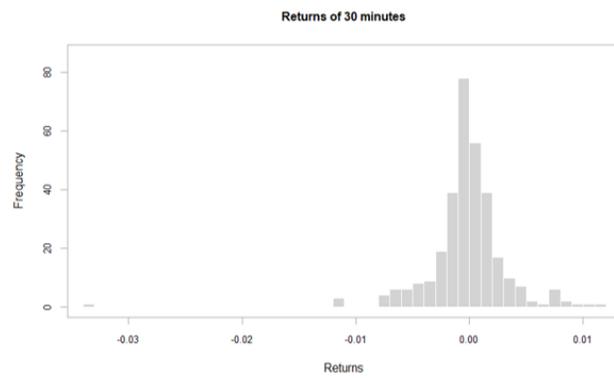
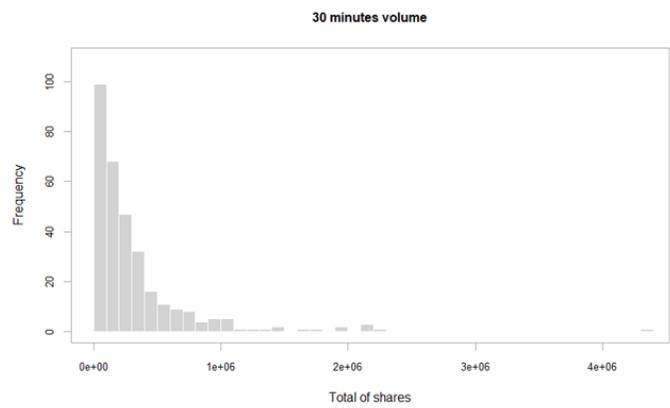
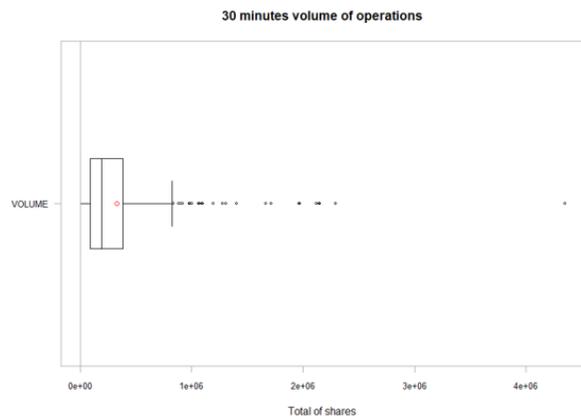
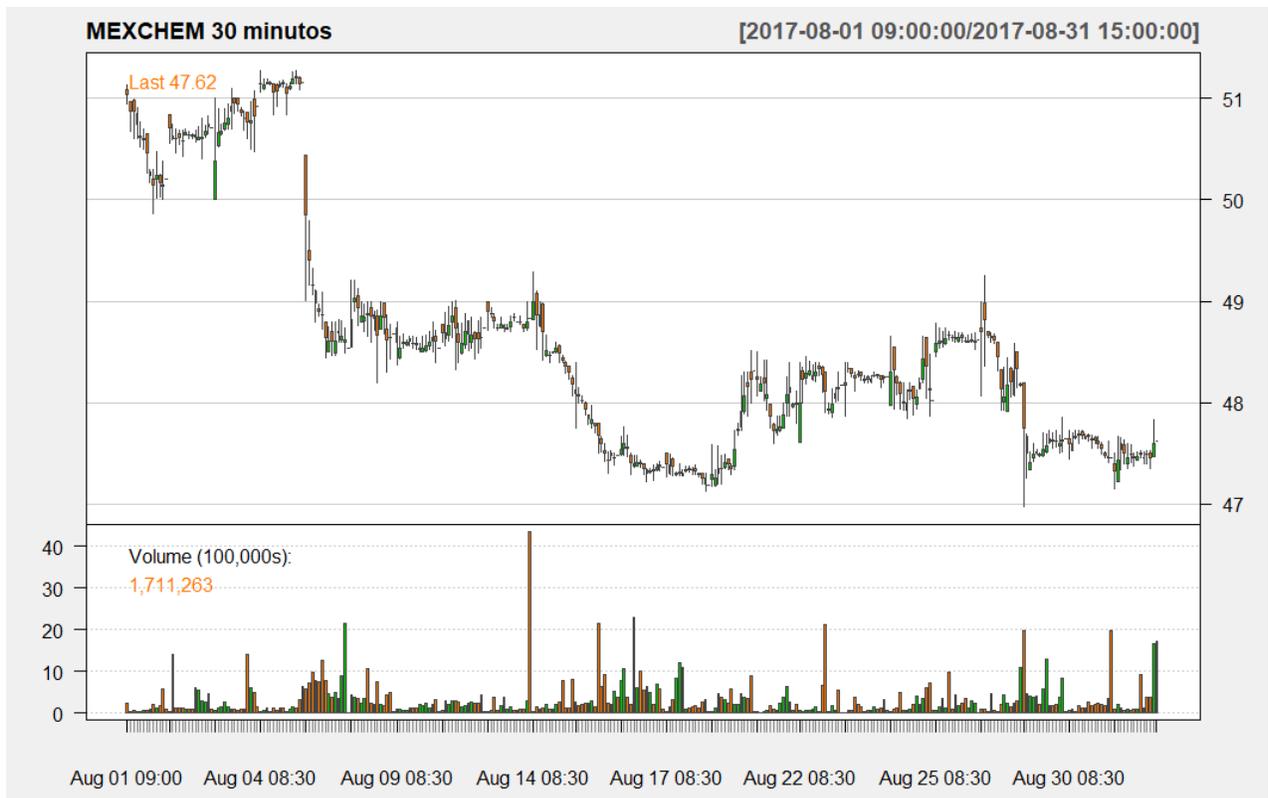
Con respecto al riesgo, se estuvo menos expuesto con la estrategia de negociación que sin ella, la volatilidad a lo largo de los 616 periodos del mes fue de 4.46% para la estrategia y 6.66% para el mercado, entregando un mejor desempeño y estando expuesto a un menor riesgo.

Los datos estadísticos de los rendimientos de la acción muestran una distribución normal de tipo leptocúrtica con colas gruesas, el coeficiente de asimetría es negativo, es decir, más del 50% de los rendimientos se encuentran del lado izquierdo de la media o son negativos. Comparando los máximos y mínimos rendimientos de la estrategia de negociación y el benchmark, ambos muestran el mismo rango en cuanto a sus intervalos, oscilando entre [-2.07%, 1.73%] no obstante, tomando en cuenta el desempeño de ambos es evidente la eficiencia del algoritmo, al operar menos, con una menor exposición al riesgo y obtener mejores rendimientos.

- Características de MEXCHEM1 30 minutos, sector materiales.

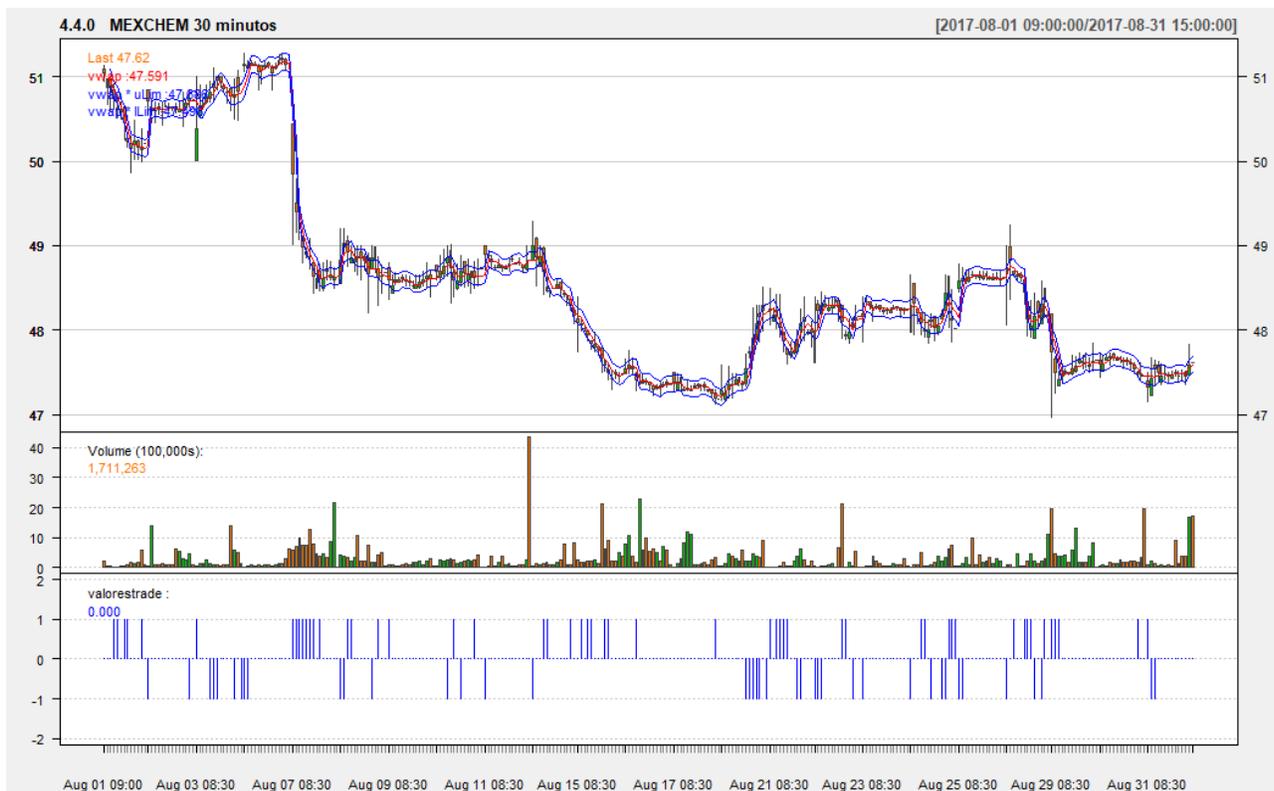
Emisora	Liquidez	Volatilidad (30 min)	Volumen promedio (30 min)
Mexichem	0.3234%	0.3557%	325,559.69

# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

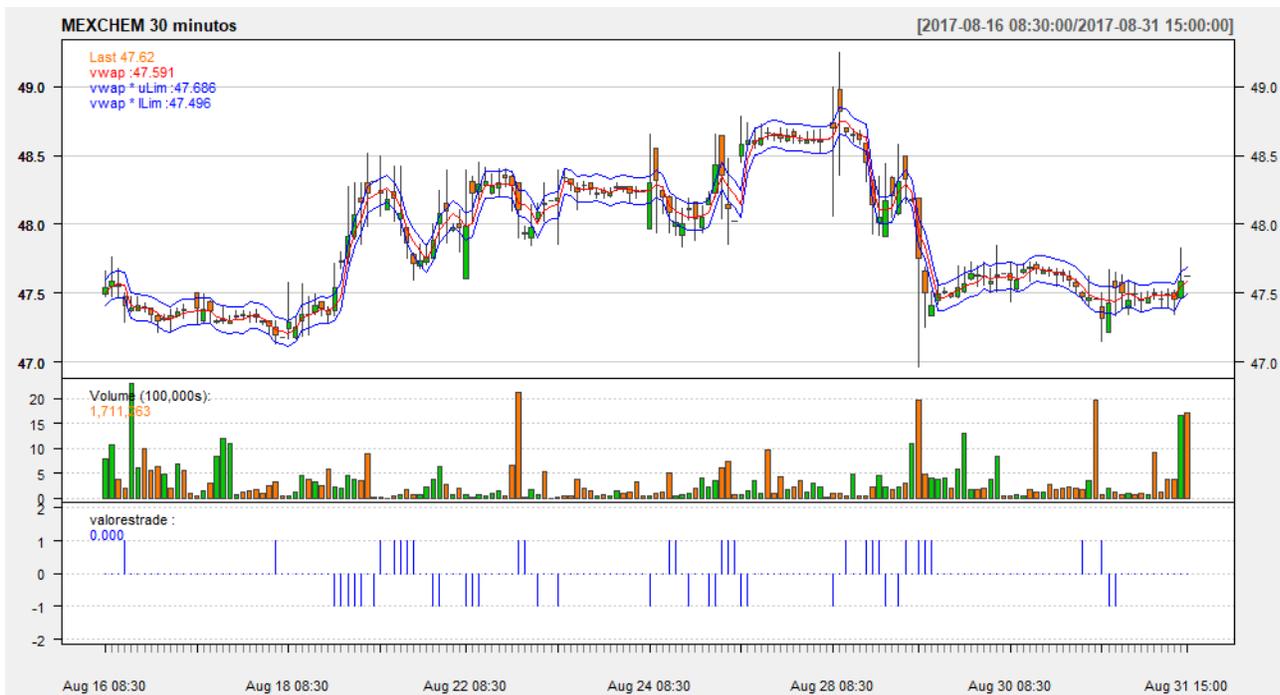
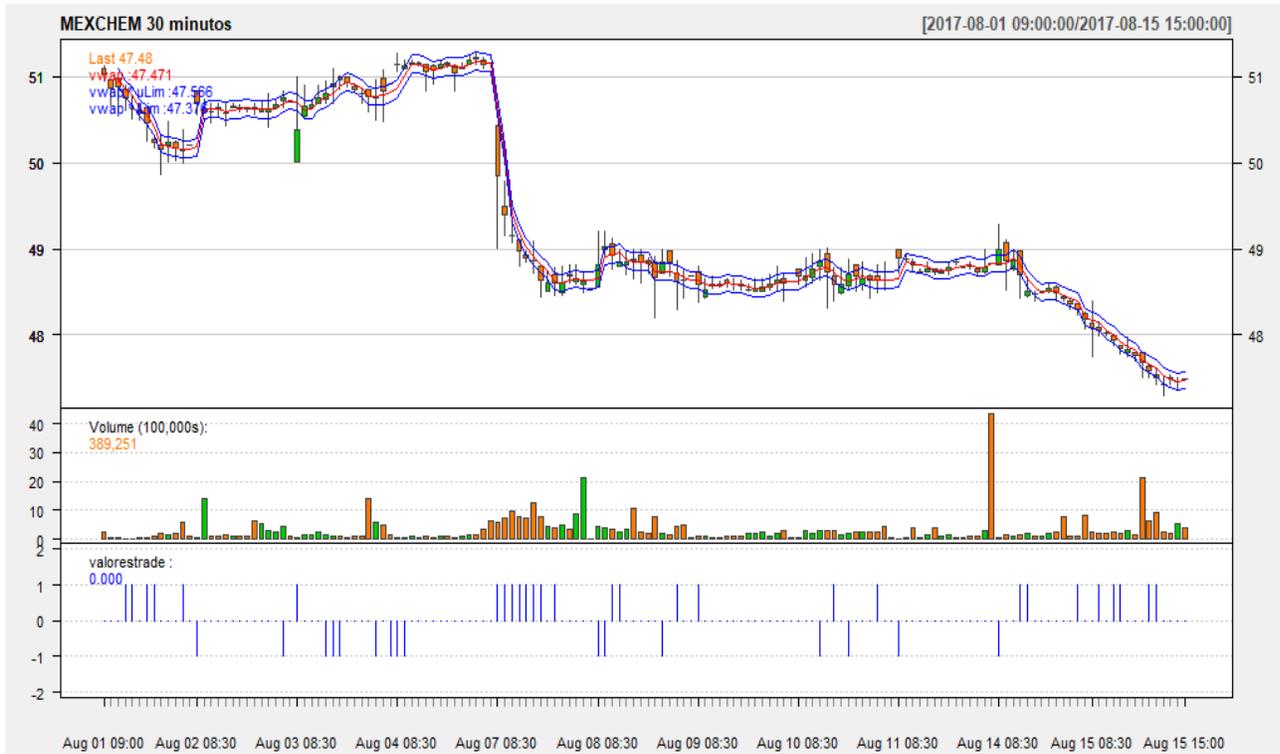


### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998



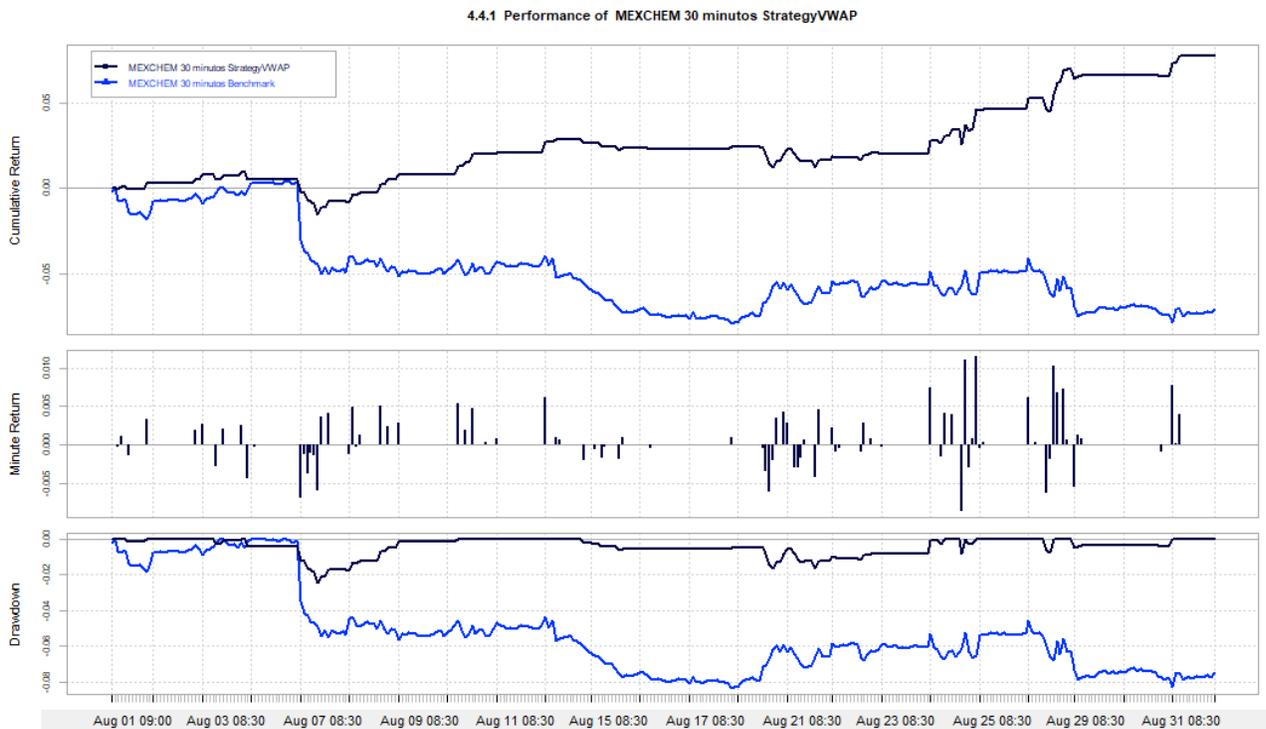
# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

4.4.0 MEXCHEM	MEXCHEM 30 Minutos Estrategia VWAP	MEXCHEM 30 Minutos Benchmark
Observaciones	316.0000	316.0000
Mínimo	-0.0086	-0.0335
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0002	-0.0002
Media Geométrica	0.0002	-0.0002
Máximo	0.0115	0.0115
Desviación Estándar	0.0021	0.0036
Coficiente de Asimetría	1.4747	-2.5361
Curtosis	104.0000	266.0000

4.4.1 MEXCHEM	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0799	-0.0699
Rendimiento mensual	0.0776	-0.0704
Volatilidad Mensual	0.0367	0.0633
Máximo Drawdown	-0.0245	-0.0815
Máxima Duración Drawdown	104.0000	266.0000



### Análisis:

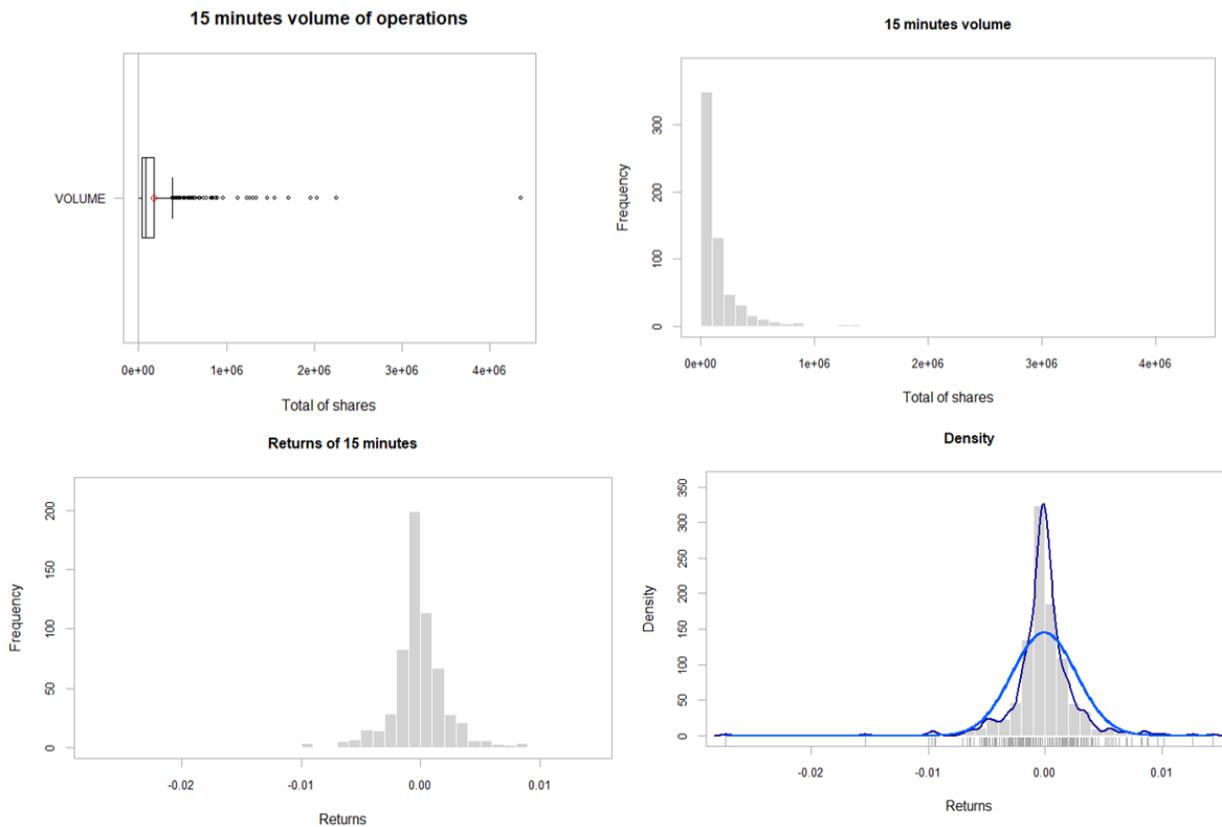
Llevando a cabo el análisis de la emisora Mexichem para intervalos de 30 minutos, el algoritmo generó en esta ocasión resultados muy superiores al del benchmark, obteniendo un rendimiento acumulado de 7.99% y mensual de 7.75%, por el contrario, los rendimientos del benchmark fueron negativos, en el rendimiento acumulado se obtuvo -6.98% y en el mensual -7.03%.

Analizando la máxima caída sufrida a lo largo de los intervalos, el MDD de la estrategia fue de -2.45% contra el -8.15% sin estrategia (benchmark). La MDDD en ambos casos, comenzó el 7 de agosto derivado de una pronunciada caída en el precio de la acción, por parte de la estrategia terminó el 10 de agosto, no obstante, el benchmark de la acción siguió prolongándose hasta el último intervalo de tiempo, acumulando aproximadamente el 84% del total de intervalos en caída continua. La volatilidad presentada en los 316 periodos fue menor implementado la estrategia *VWAP mean reversion*, 3.67% comparado con la volatilidad del benchmark de la acción de 6.33%.

El comportamiento estadístico de los rendimientos en ambos casos muestra una distribución normal de tipo leptocúrtica. La estrategia de negociación presenta colas más delgadas y un coeficiente de asimetría positivo, teniendo más del 50% de los rendimientos del lado derecho de la media, es decir por arriba del 0.02%. Además, cuenta con un rendimiento máximo de 1.15% para un intervalo de tiempo, asimismo un mínimo de -0.08%. En contraste, el benchmark de la acción presentó colas más gruesas y un coeficiente de asimetría negativo indicando que más del 50% de los datos se concentran por debajo de la media de -0.02%. El rendimiento máximo alcanzado por el benchmark de la acción fue de 1.15%, mientras que el rendimiento mínimo fue de -3.35%. Los datos estadísticos claramente evidencian el desempeño superior del algoritmo, su operación.

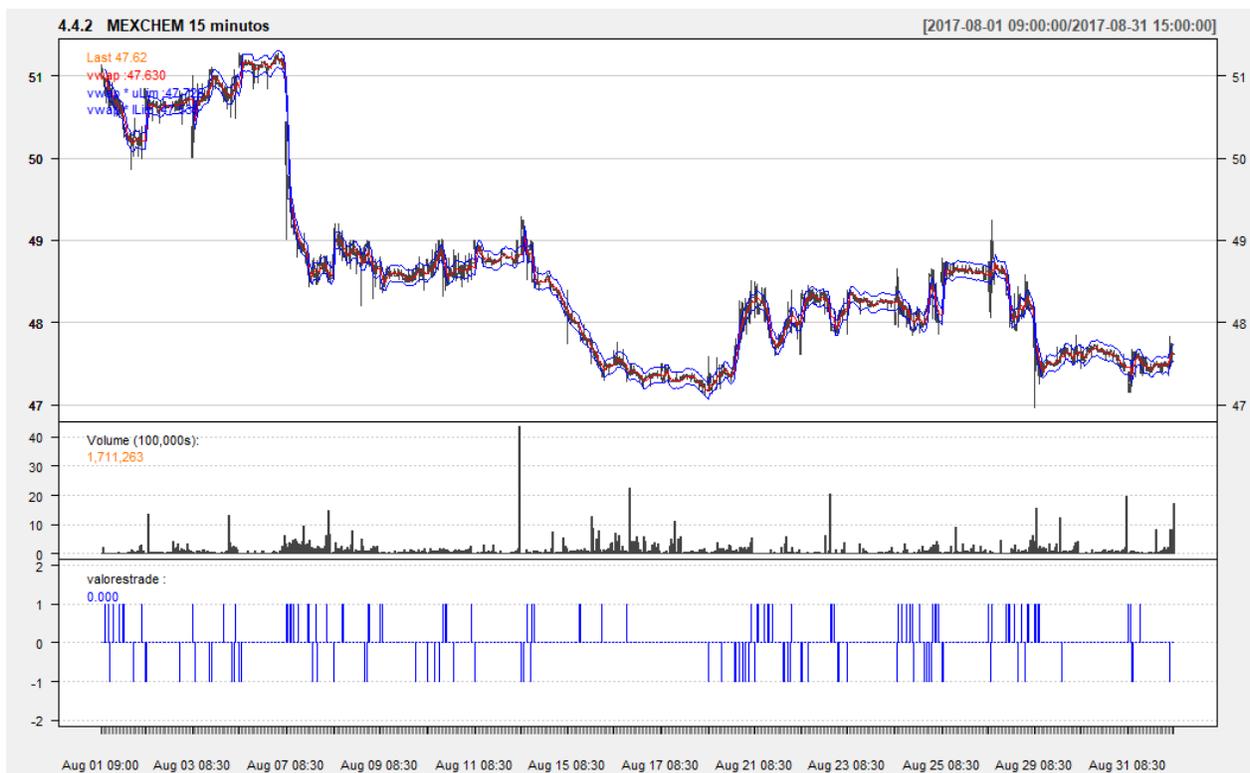
- Características de MEXCHEM1 15 minutos, sector materiales.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (15 min)	Volumen promedio (15 min)
Mexichem	0.3234%	0.2746%	169,287.35

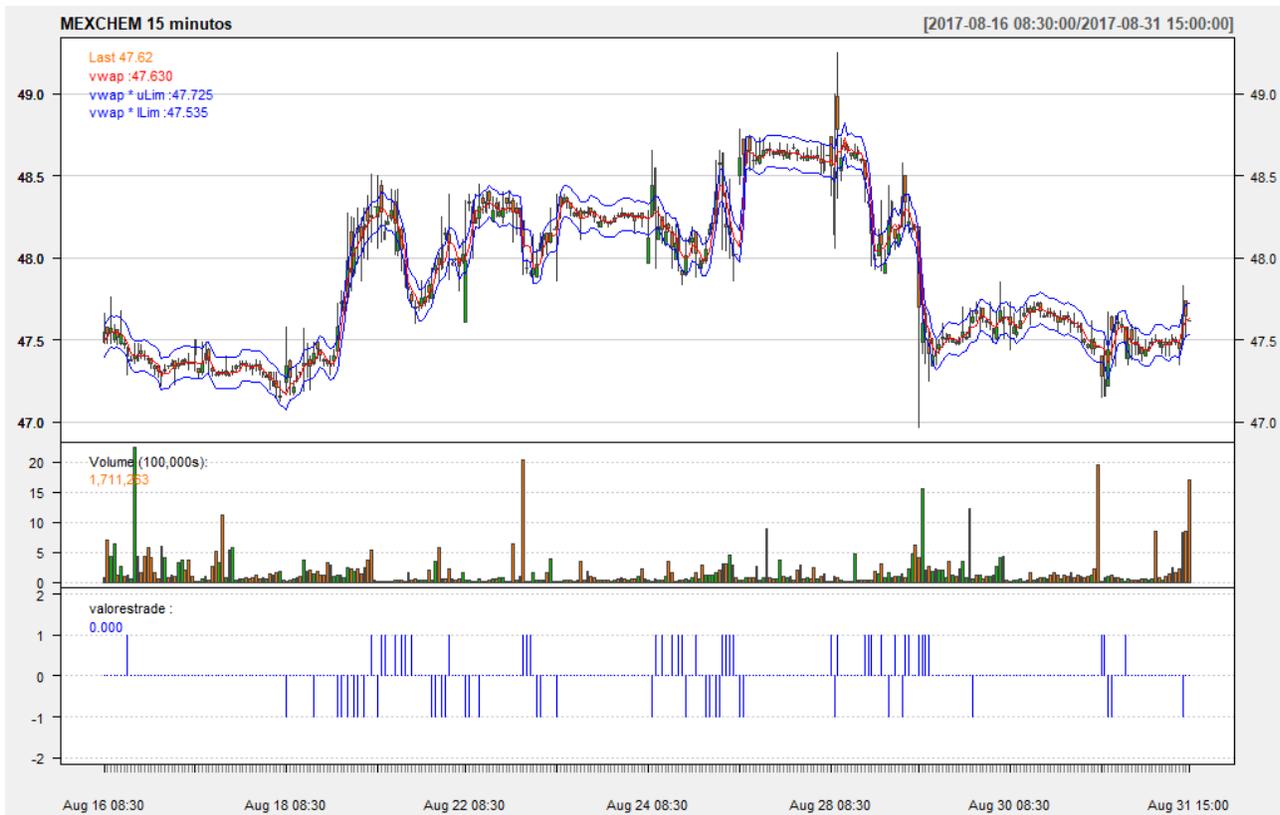
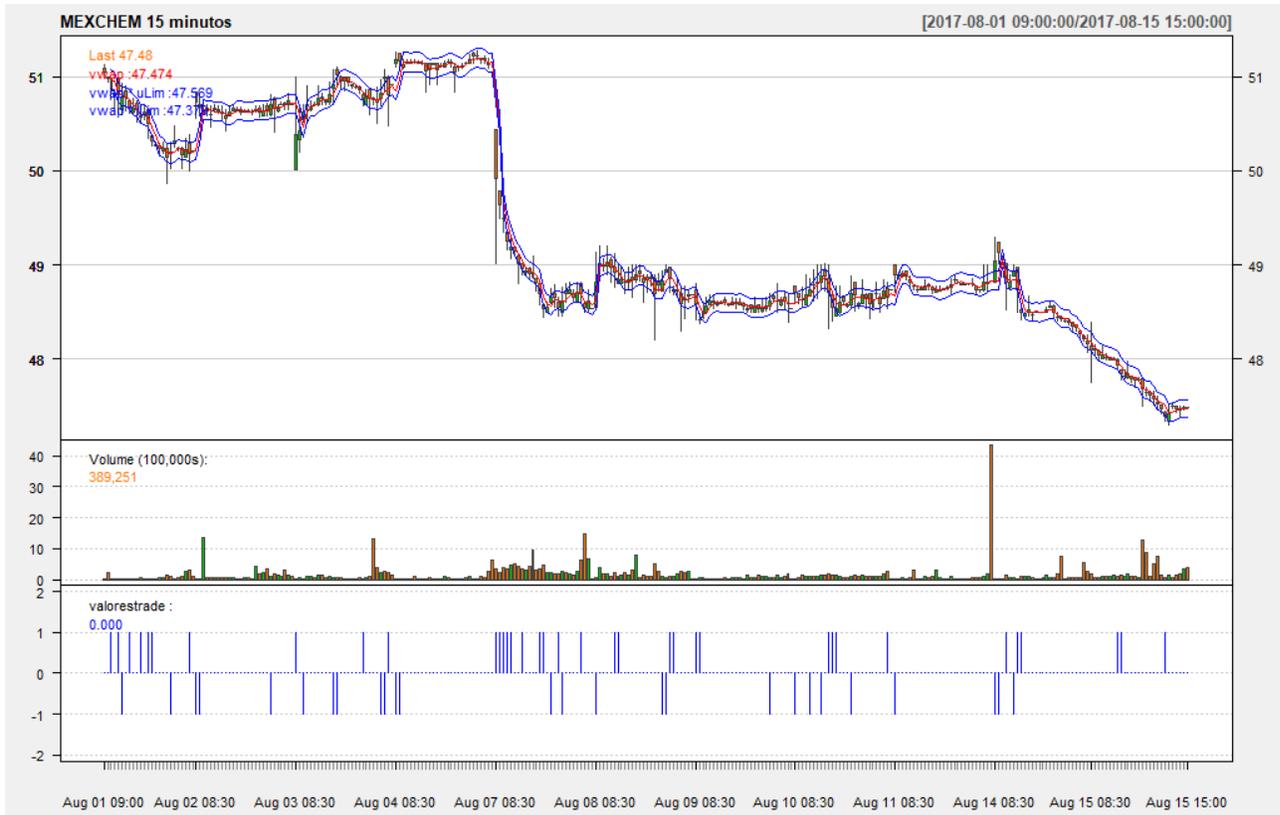


### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998



# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

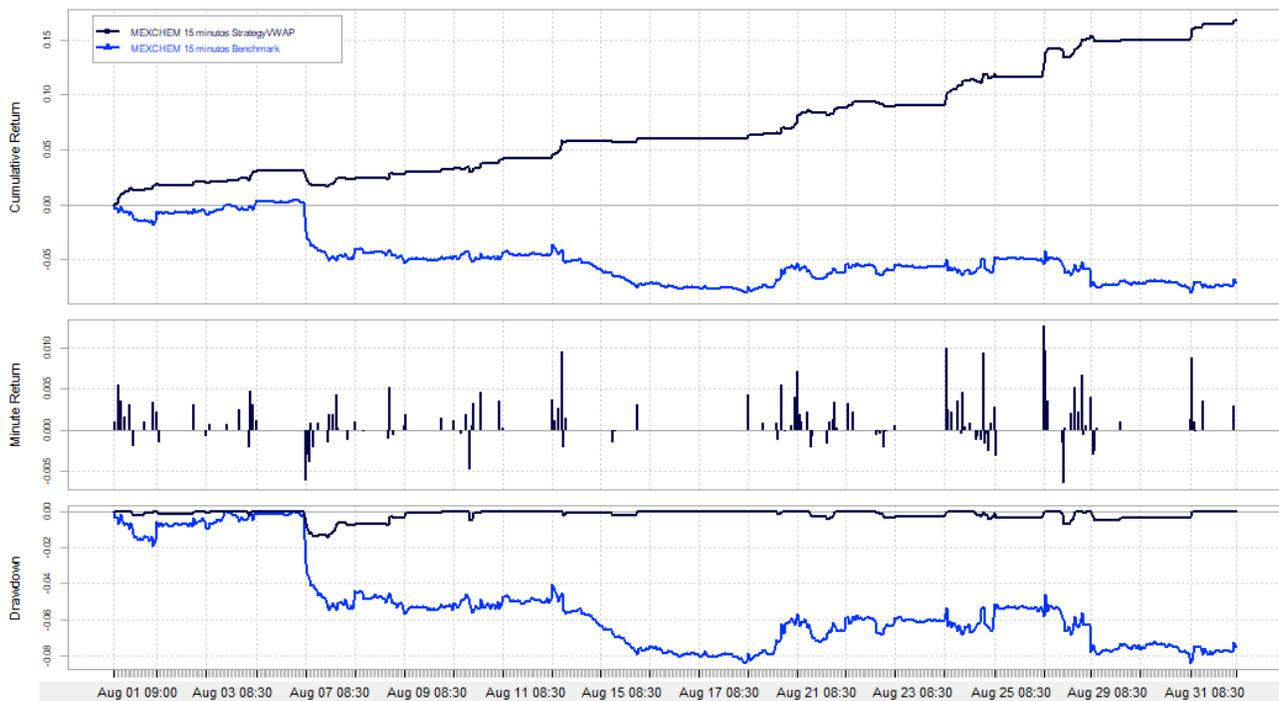


## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

4.4.2 MEXCHEM	MEXCHEM 15 Minutos Estrategia VWAP	MEXCHEM 15 Minutos Benchmark
Observaciones	614.0000	614.0000
Mínimo	-0.0065	-0.0273
Mediana	0.0000	-0.0002
Media Aritmética	0.0003	-0.0001
Media Geométrica	0.0003	-0.0001
Máximo	0.0127	0.0144
Desviación Estándar	0.0015	0.0027
Coficiente de Asimetría	3.3162	-1.3682
Curtosis	21.0514	19.7968

4.4.3 MEXCHEM	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.1814	-0.0708
Rendimiento mensual	0.1674	-0.0711
Volatilidad Mensual	0.0372	0.0681
Máximo Drawdown	-0.0147	-0.0831
Máxima Duración Drawdown	78.0000	516.0000

4.4.3 Performance of MEXCHEM 15 minutos StrategyVWAP



### Análisis:

Realizando el análisis para la acción de Mexichem en esta ocasión para intervalos de 15 minutos, la estrategia de negociación presentó el mejor desempeño y comportamiento con respecto a las demás emisoras, alcanzando un rendimiento acumulado extraordinario de 18.13%, asimismo el rendimiento mensual otorgó 16.73%, por consecuencia el MDD fue de apenas -1.47% y la MDDD fue 78 periodos, de un total de 614. Caso contrario y contrastante fue lo que obtuvo el benchmark de la acción, donde el rendimiento acumulado fue negativo -7.08%, entregando una minusvalía en el rendimiento mensual de -7.11%, y por consecuencia con una fuerte del MDD -8.31% ocasionada por una serie de rendimientos negativos generados a partir del 7 de agosto y con una duración de 516 intervalos, que representan el 84% del tiempo total de operación. En la gráfica del desempeño de Mexichem se puede observar el contraste entre el sobre desempeño de la estrategia *VWAP mean reversion* y la falta de gestión de riesgo sobre una posición larga o benchmark de la acción.

Los datos estadísticos nos indican que los rendimientos de la estrategia se comportan como una distribución normal de tipo leptocúrtica y coeficiente de asimetría positivo, con más del 50% de los rendimientos concentrados por arriba de 0.03%, y un rendimiento negativo mínimo de -0.6%, por su parte los rendimientos del benchmark de la acción se comportan como una distribución de tipo leptocúrtica menos pronunciada pero con un coeficiente de asimetría negativo y media de -0.01%, además de un rendimiento negativo mínimo -2.73%.

Tomando en cuenta los dos intervalos de tiempo, el algoritmo de negociación tiene un mejor funcionamiento para la acción Mexichem en intervalos de 15 minutos, Duplicando prácticamente tanto el rendimiento acumulado y mensual en comparación con intervalos de 30 minutos. Además de reducir el máximo DD en un 40% (-1.47% contra -2.45%) con respecto a la caída de intervalos de 30 minutos estando expuestos a la misma volatilidad mensual.

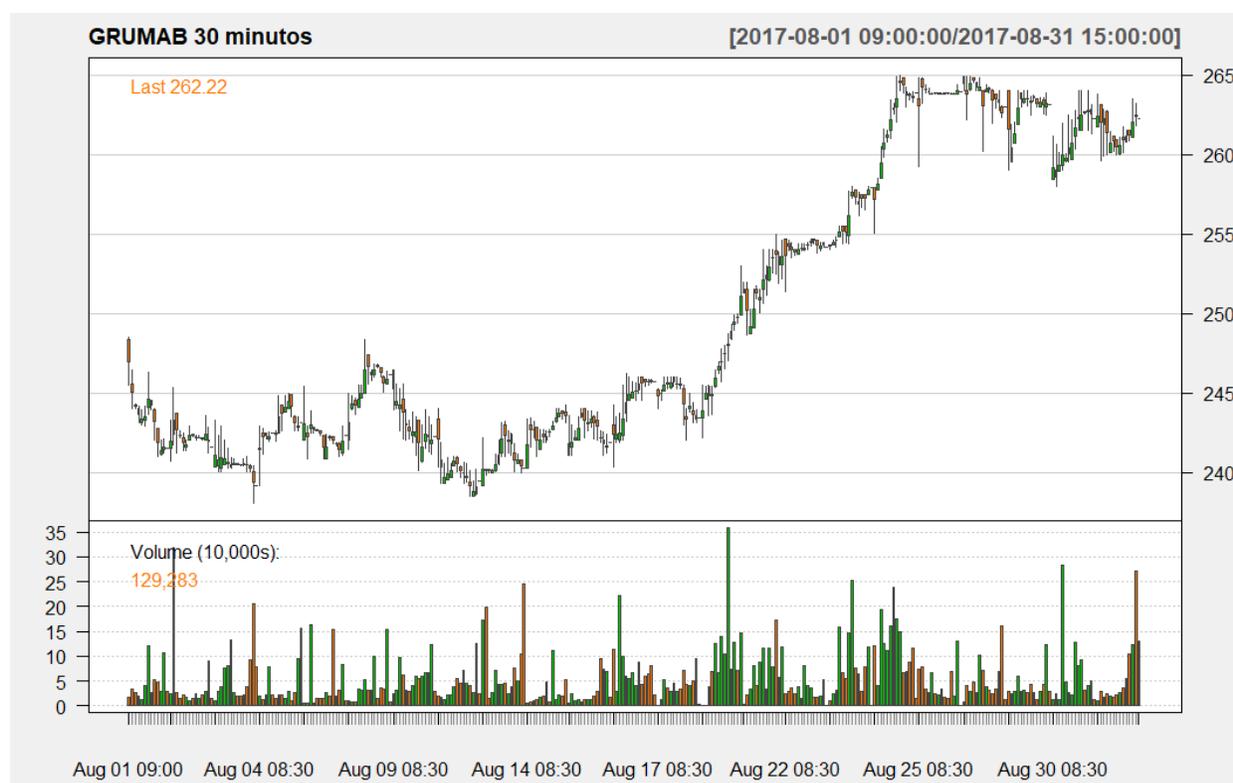
Llevando a cabo el análisis entre las dos emisoras del sector materiales, el algoritmo tuvo un desempeño más favorable en la emisora con menor ponderación dentro del IPC; Mexichem superó en ambos escenarios de tiempo a Grupo México, tanto en rendimiento

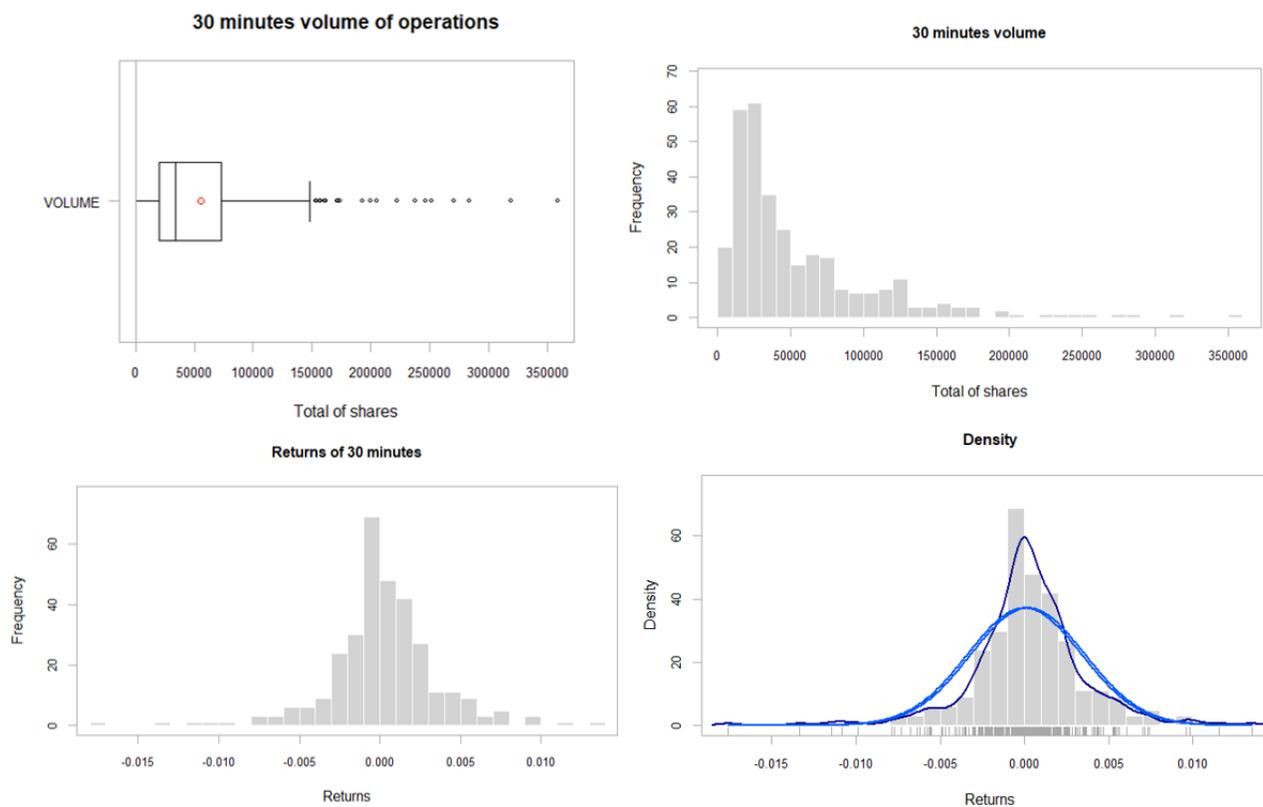
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

como en una menor caída. El algoritmo operó de forma más eficiente en la emisora Mexichem, particularmente en periodos cortos de tiempo (15 minutos), donde los indicadores de desempeño fueron notablemente superiores que, en los demás casos obteniendo un rendimiento acumulado de 18.13%, con una caída máxima de -1.47%, la menor sufrida dentro de los 4 escenarios, cabe mencionar que tanto la volatilidad mensual como la liquidez son muy similares en los escenarios mencionados, a diferencia del volumen de negociación el cual tiene mayor operación en la emisora GMEXICO en periodos de 30 minutos.

- Características de GRUMA B 30 minutos, sector materiales.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (30 min)	Volumen promedio (30 min)
Gruma SAB B	0.5167%	0.3379%	55,860

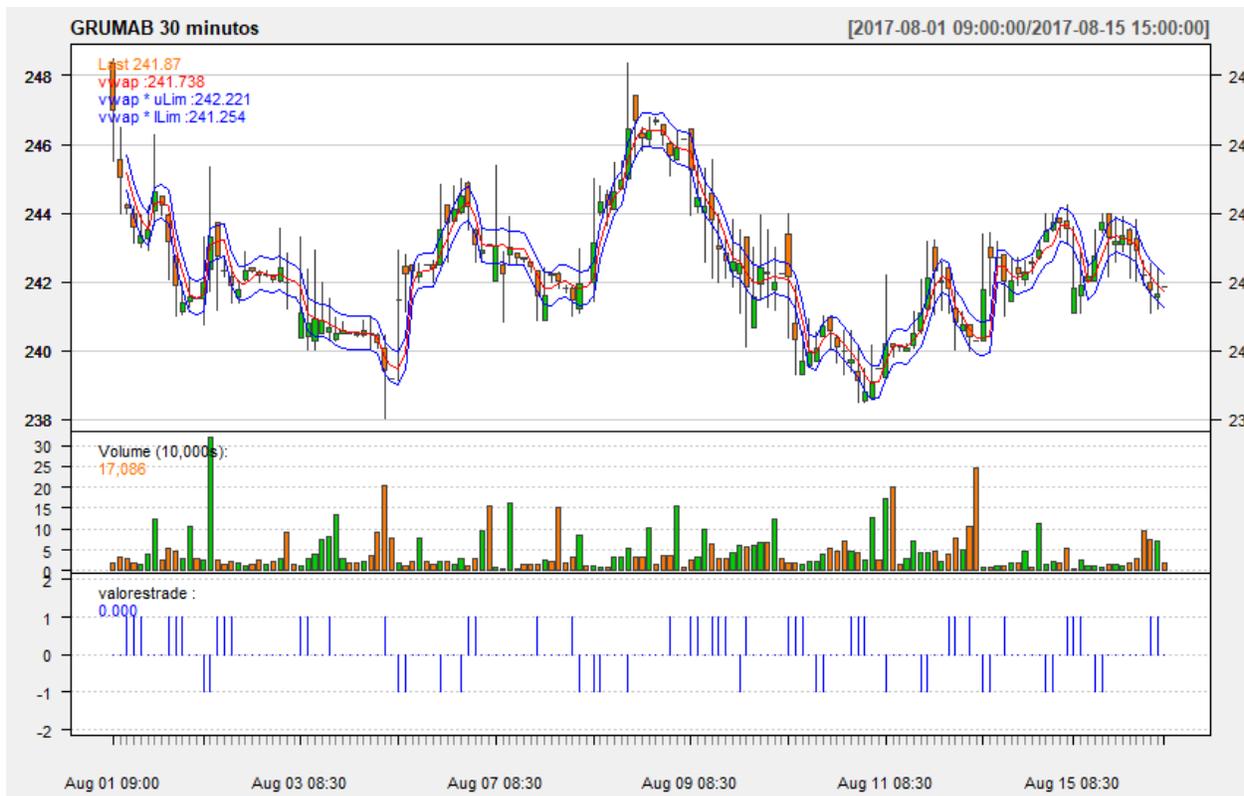
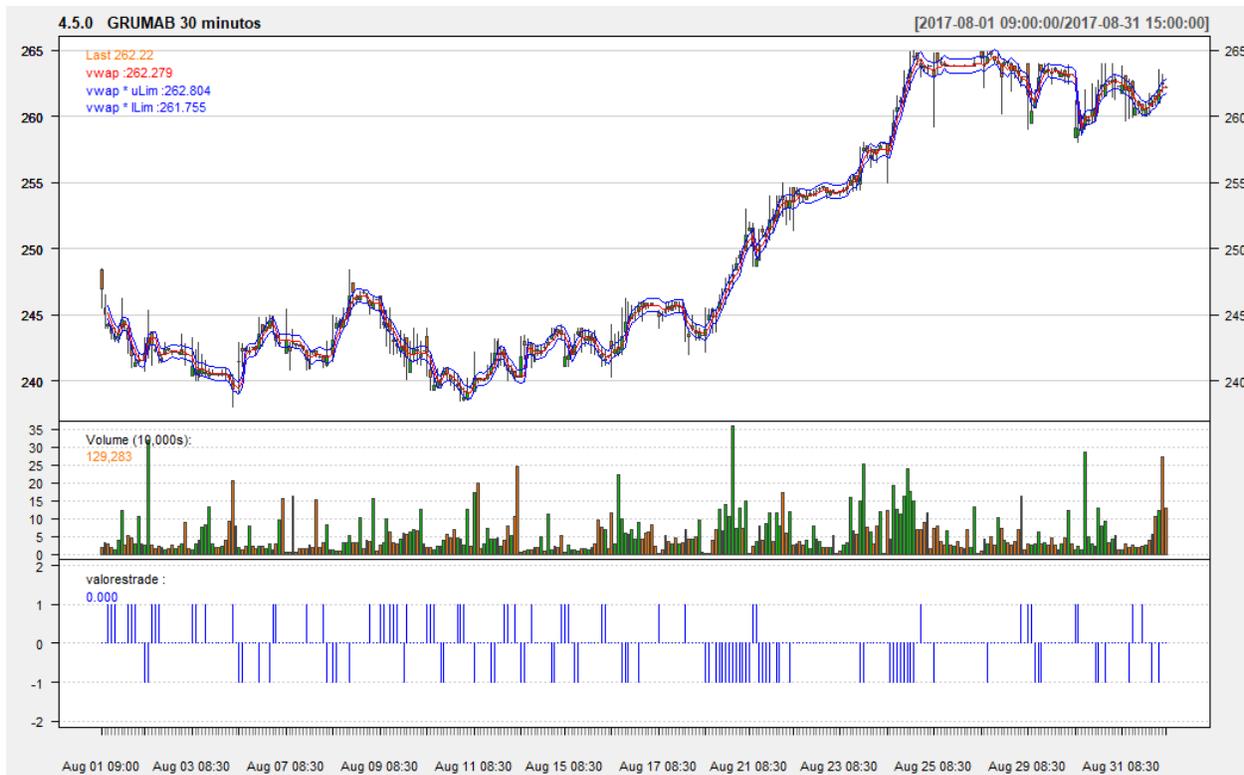




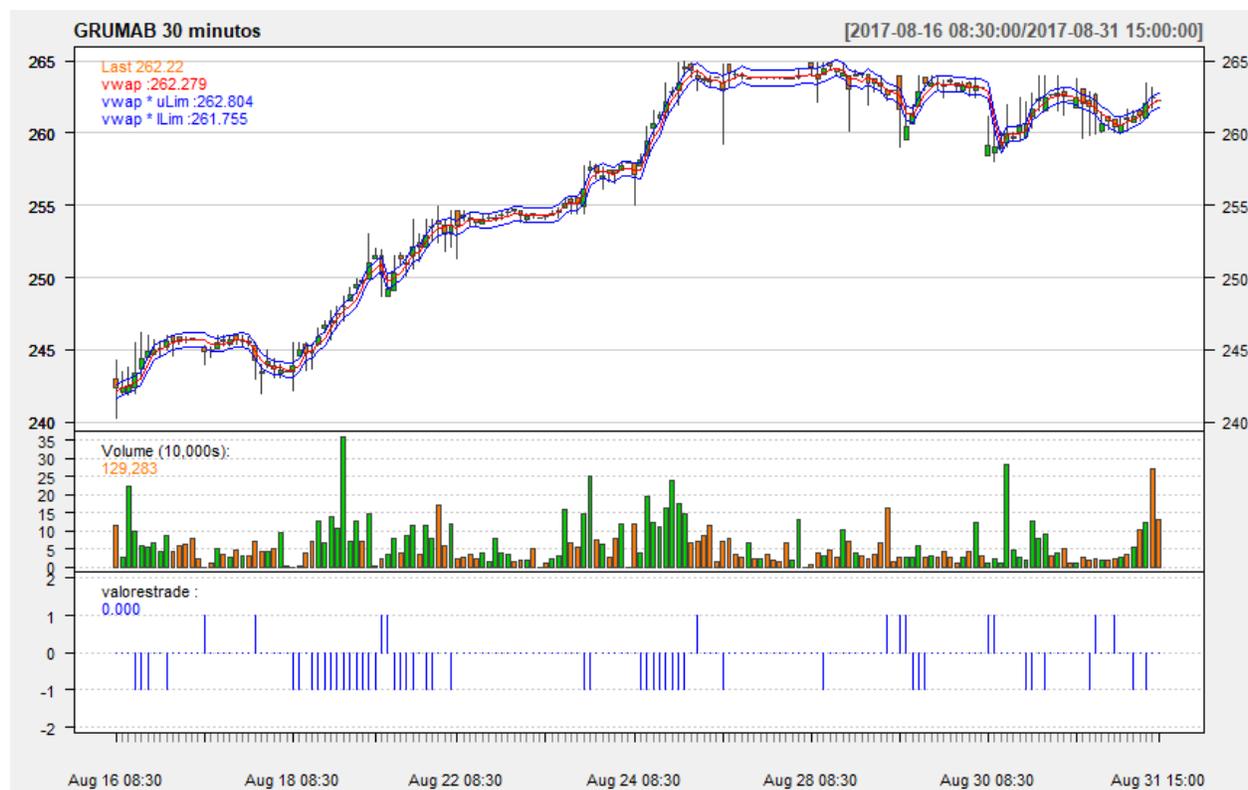
### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



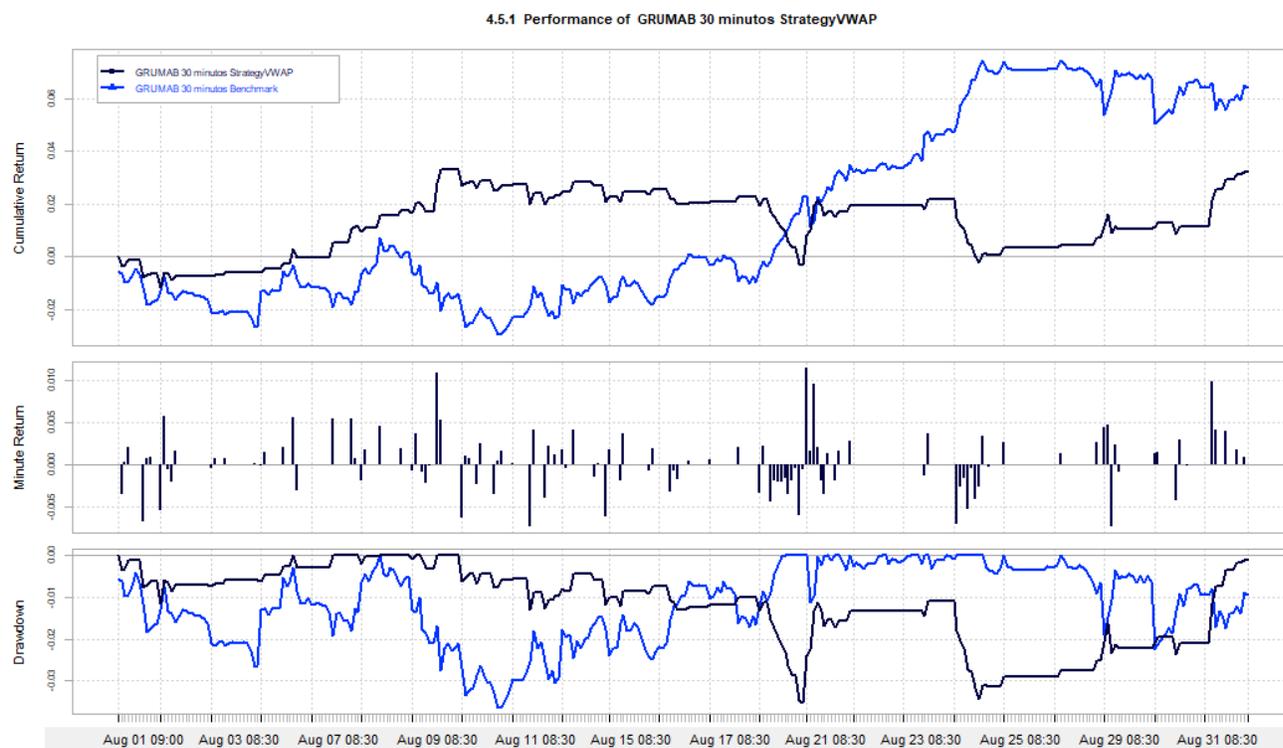
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.5.0 GRUMA	GRUMAB 30 Minutos Estrategia VWAP	GRUMAB 30 Minutos Benchmark
Observaciones	316.0000	316.0000
Mínimo	-0.0074	-0.0176
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0001	0.0002
Media Geométrica	0.0001	0.0002
Máximo	0.0115	0.0135
Desviación Estándar	0.0022	0.0034
Coficiente de Asimetría	0.8387	-0.4698
Curtosis	7.7460	4.4466

4.5.1 GRUMA	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0318	0.0642
Rendimiento mensual	0.0321	0.0640
Volatilidad Mensual	0.0075	0.0117
Máximo Drawdown	-0.0359	-0.0363
Máxima Duración Drawdown	221.0000	113.0000

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



### Análisis:

Analizando la acción de la emisora Gruma para intervalos de 30 minutos, se observa un comportamiento completamente diferente; por primera vez el benchmark de la acción obtuvo un desempeño por arriba de la estrategia de negociación, este sobre desempeño se da principalmente por la tendencia alcista de la acción a lo largo de varios intervalos de tiempo, de forma constante. Comenzado el 18 de agosto con un precio mínimo de \$242.15 hasta alcanzar su precio máximo de \$264.88, el 28 de agosto; representando un incremento de 9.38%, para posteriormente obtener un rendimiento acumulado final de 6.41% y mensual de 6.40% contra 3.18% y 3.20% de la estrategia, respectivamente.

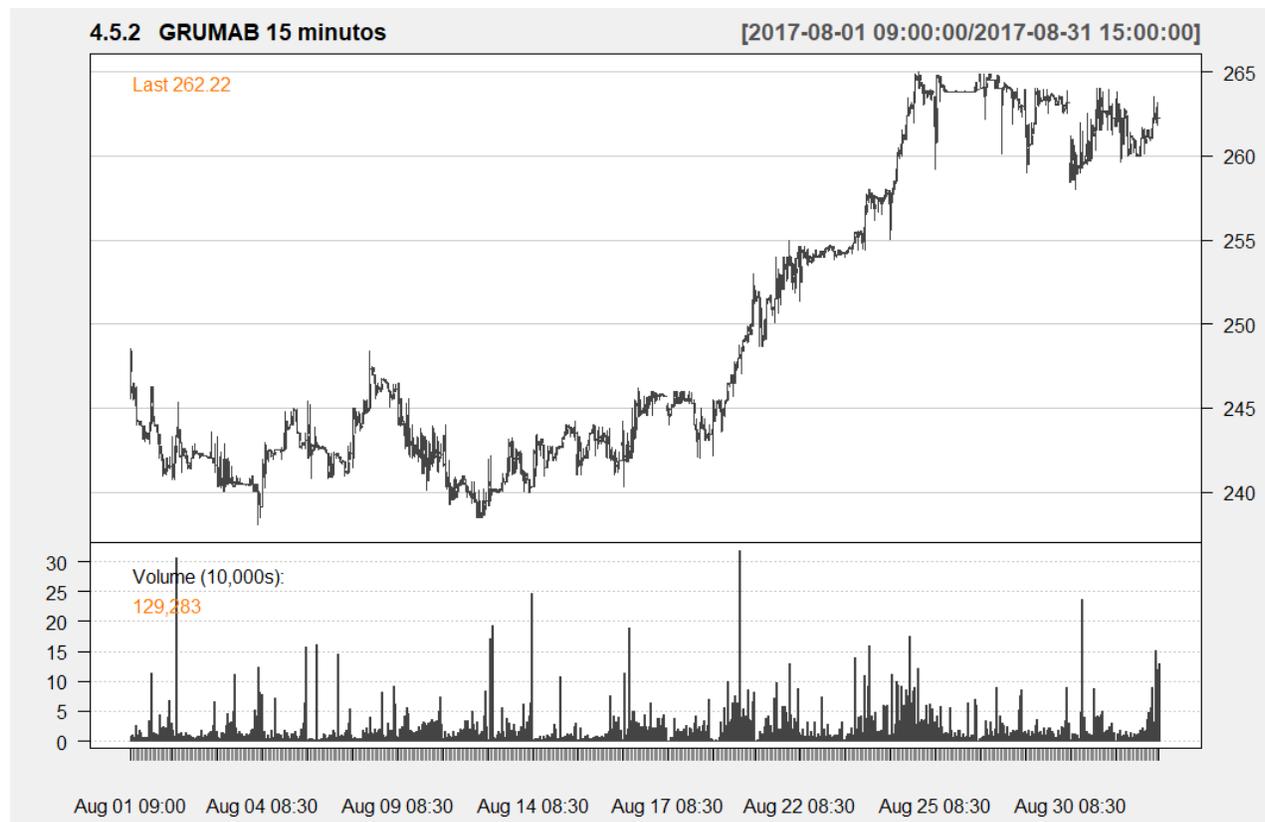
En la gráfica del desempeño 4.5.1 se puede observar el MDD y la MDDD para ambos escenarios. Por parte de la estrategia *VWAP mean reversion* fue de -3.58% y 221 intervalos de caída, equivalente a un 70% del total de intervalos. Por su parte, el benchmark de mercado tuvo descenso de -3.63% y 113 intervalos de tiempo. En esta ocasión la gestión de riesgo por parte de la estrategia de negociación no fue la adecuada, ya que estuvo expuesto a una menor volatilidad mensual y sin embargo tuvo una caída muy similar al benchmark del mercado, el cual tuvo una volatilidad de 1.17%.

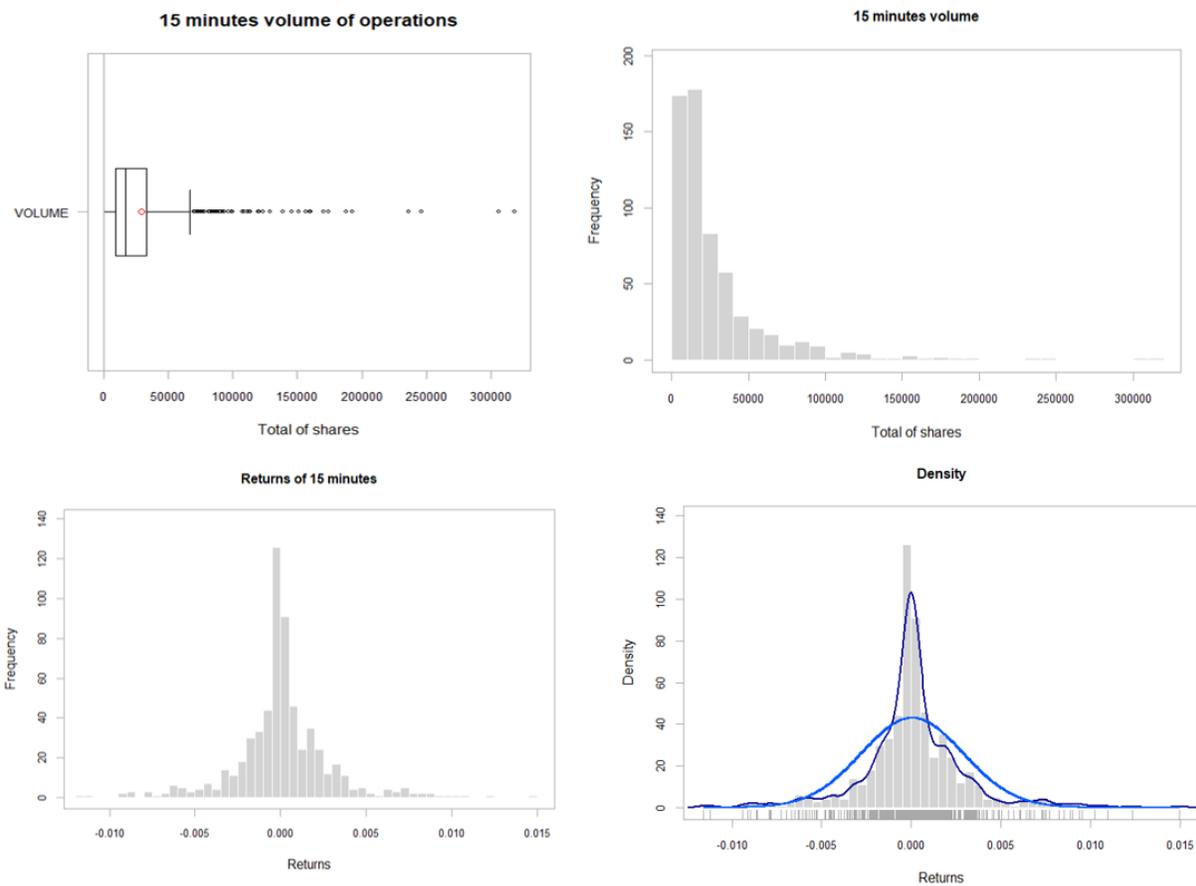
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

Tomando en cuenta los datos estadísticos en el caso de la estrategia de negociación, los rendimientos se comportan como una distribución normal de tipo leptocúrtica con exceso de curtosis de 7.74, un coeficiente de a toman el comportamiento de una distribución normal de tipo leptocúrtica y exceso de curtosis de 4.44, el coeficiente de asimetría fue negativo -0.46 y la media aritmética 0.02%, es decir la cola izquierda más larga que la cola derecha. El rendimiento máximo para un intervalo de tiempo fue de 1.35% y el mínimo de -1.76%.

- Características de GRUMA B 15 minutos, sector materiales.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (15 min)	Volumen promedio (30 min)
Gruma SAB B	0.3781%	0.2851%	28,837

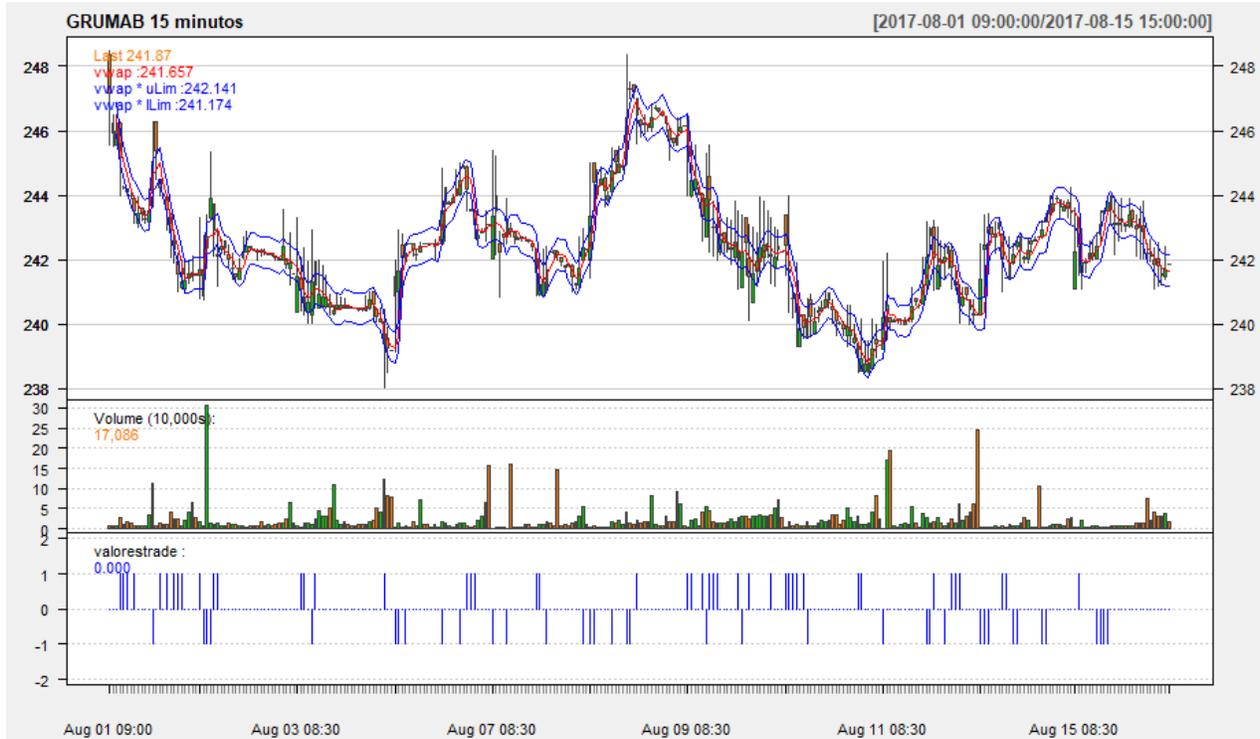
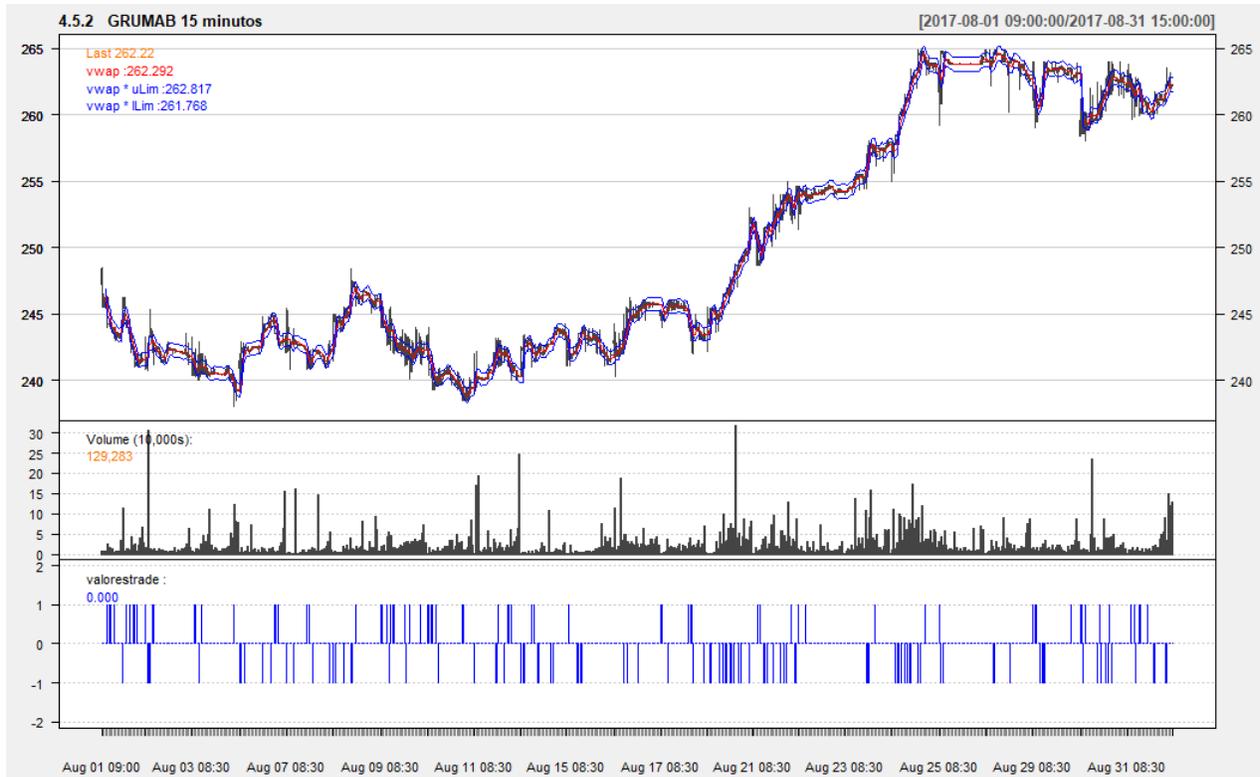




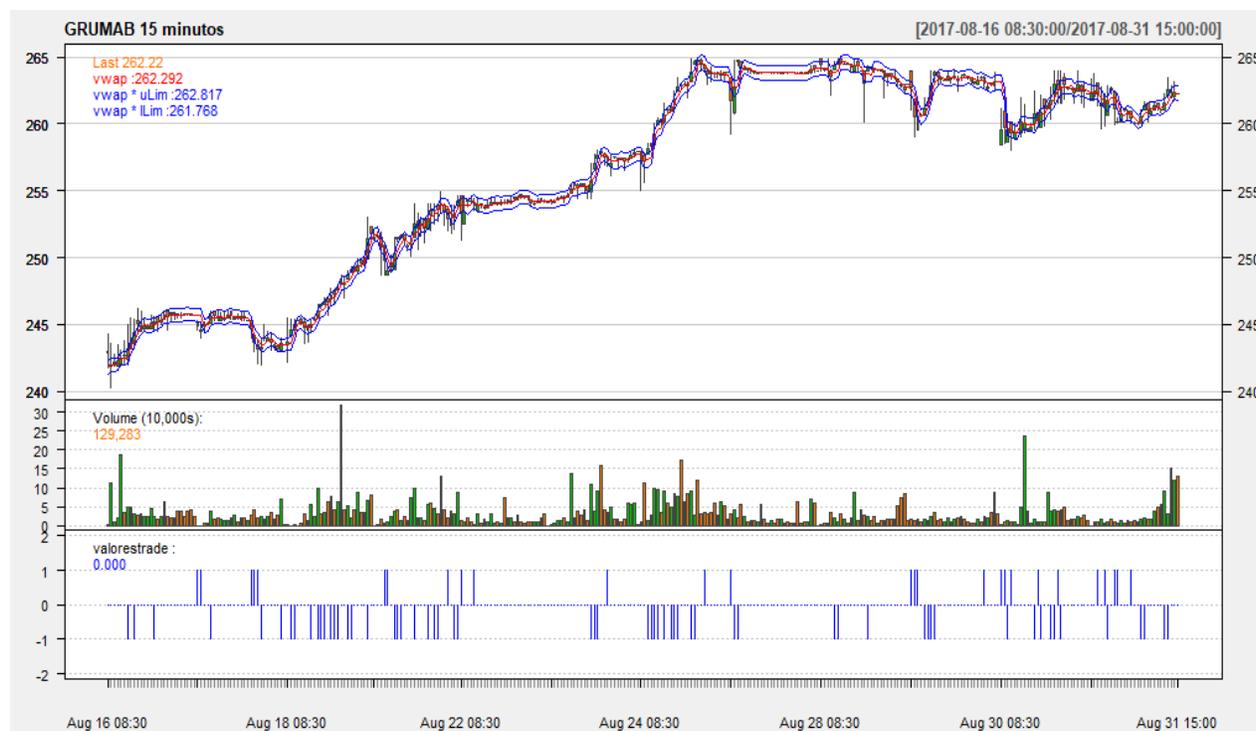
### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

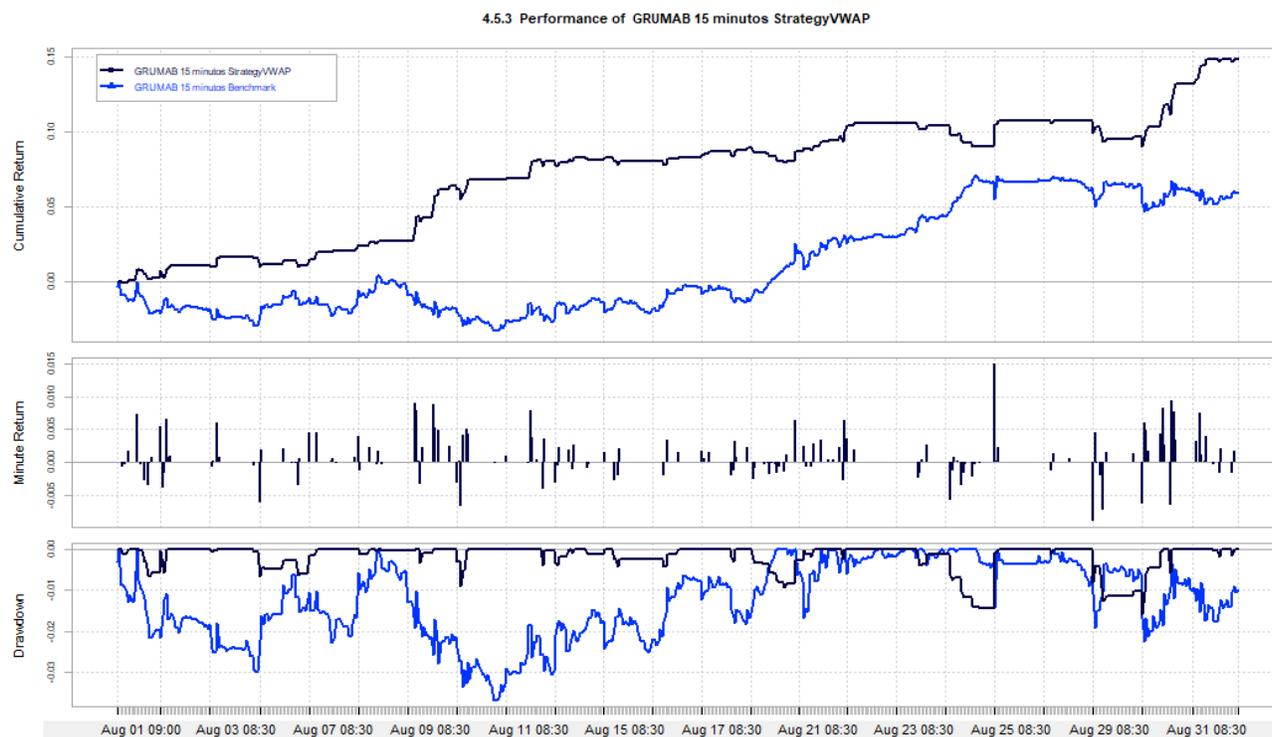


## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.5.2 GRUMA	GRUMA 15 Minutos Estrategia VWAP	GRUMAB 15 Minutos Benchmark
Observaciones	614.0000	614.0000
Mínimo	-0.0090	-0.0116
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0002	0.0001
Media Geométrica	0.0002	0.0001
Máximo	0.0150	0.0150
Desviación Estándar	0.0018	0.0028
Coficiente de Asimetría	1.9530	0.2877
Curtosis	14.9585	4.1842

4.5.3 GRUMA	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.1590	0.0595
Rendimiento mensual	0.1486	0.0603
Volatilidad Mensual	0.0450	0.0706
Máximo Drawdown	-0.0175	-0.0366
Máxima Duración Drawdown	45.0000	219.0000



### Análisis:

Los datos arrojados por el algoritmo en intervalos de 15 minutos para la acción de GRUMAB, muestran un comportamiento distinto y favorable en esta ocasión que al obtenido en intervalos de 30 minutos; el benchmark de la acción se vio fuertemente superado por el desempeño de la estrategia de negociación, entregando un rendimiento acumulado de 15.90% y mensual de 14.85% contra un acumulado de 5.94% y mensual de 6.02% por parte del benchmark de la acción.

Analizando las caídas sufridas y los máximos periodos de duración en descenso en ambos casos, la estrategia *VWAP mean reversion* tuvo un máximo descenso de -1.74% a finales de agosto como se muestra en la gráfica 4.5.3, además de solo 45 intervalos de duración máxima de DD, que representan el 7% del total. En el caso del benchmark en la misma grafica se observa un comportamiento con caídas más severas, en 3 ocasiones se tiene una caída de más del 3% a lo largo de los intervalos de tiempo, teniendo como máximo DD -3.66% y una duración máxima de DD 219 intervalos, que

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

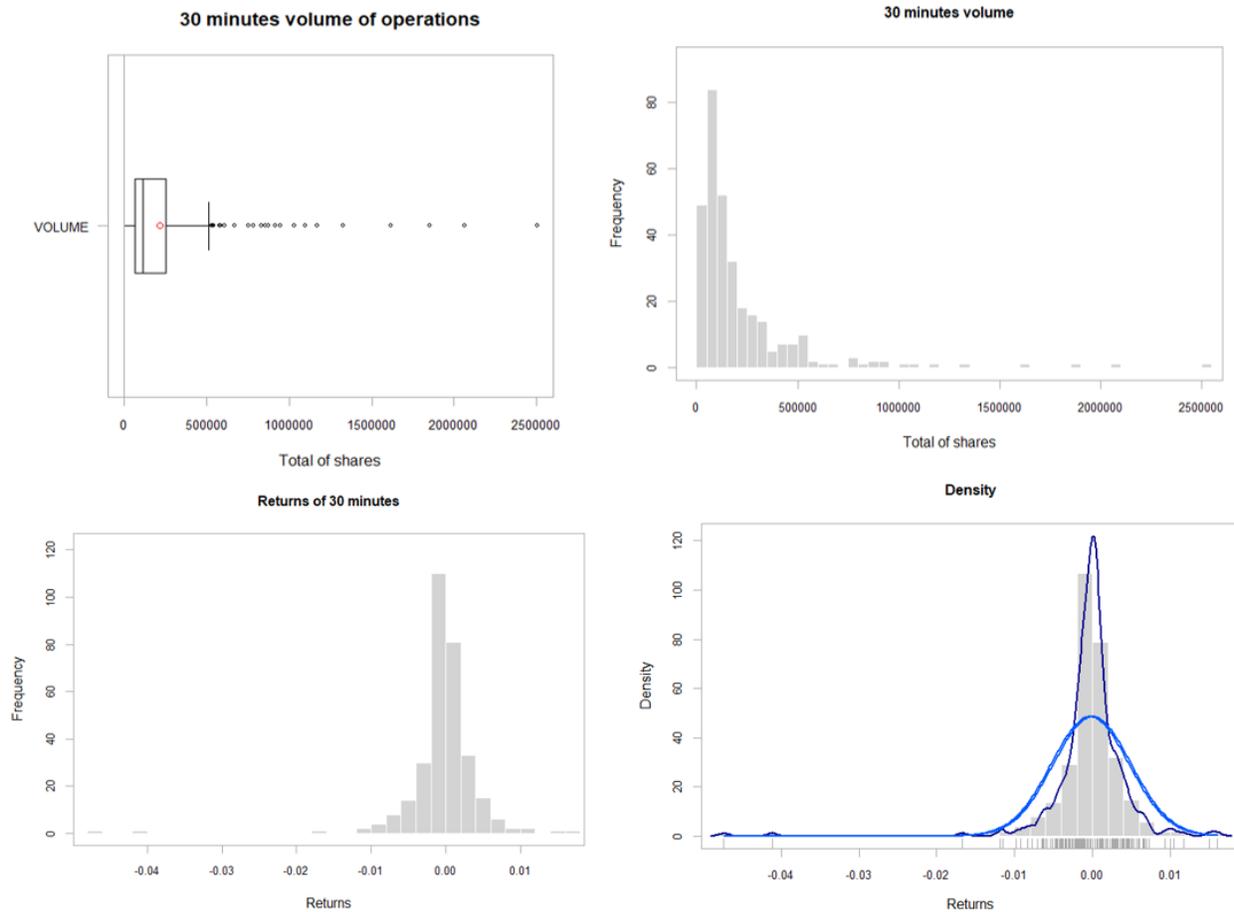
corresponden al 35% del total. En cuanto a gestión de riesgo y condiciones más estables, la estrategia de negociación estuvo expuesta a una volatilidad mensual de 4.49%; la acción GRUMAB en términos generales estuvo expuesta a una volatilidad mensual de 7.06%.

El comportamiento estadístico de los rendimientos muestra para el caso de el benchmark de la acción, una distribución normal de tipo leptocúrtica, con colas más gruesas y un coeficiente de asimetría muy cercano a 0, es decir casi simétrica. Los rendimientos de la estrategia de negociación forman una distribución normal de tipo leptocúrtica con un apuntamiento mucho más pronunciado que en el benchmark, el coeficiente de asimetría es positivo, con una cola más gruesa cargada hacia la derecha. En cuanto al rango, la estrategia de negociación tiene el siguiente intervalo  $[-0.9\%, 1.5\%]$ , mientras que el benchmark parte desde un rendimiento más negativo  $[-1.16\%, 1.5\%]$ .

- Características LALA B 30 minutos, sector materiales.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (15 min)	Volumen promedio (30 min)
Grupo Lala	0.5095%	0.4806%	210,207

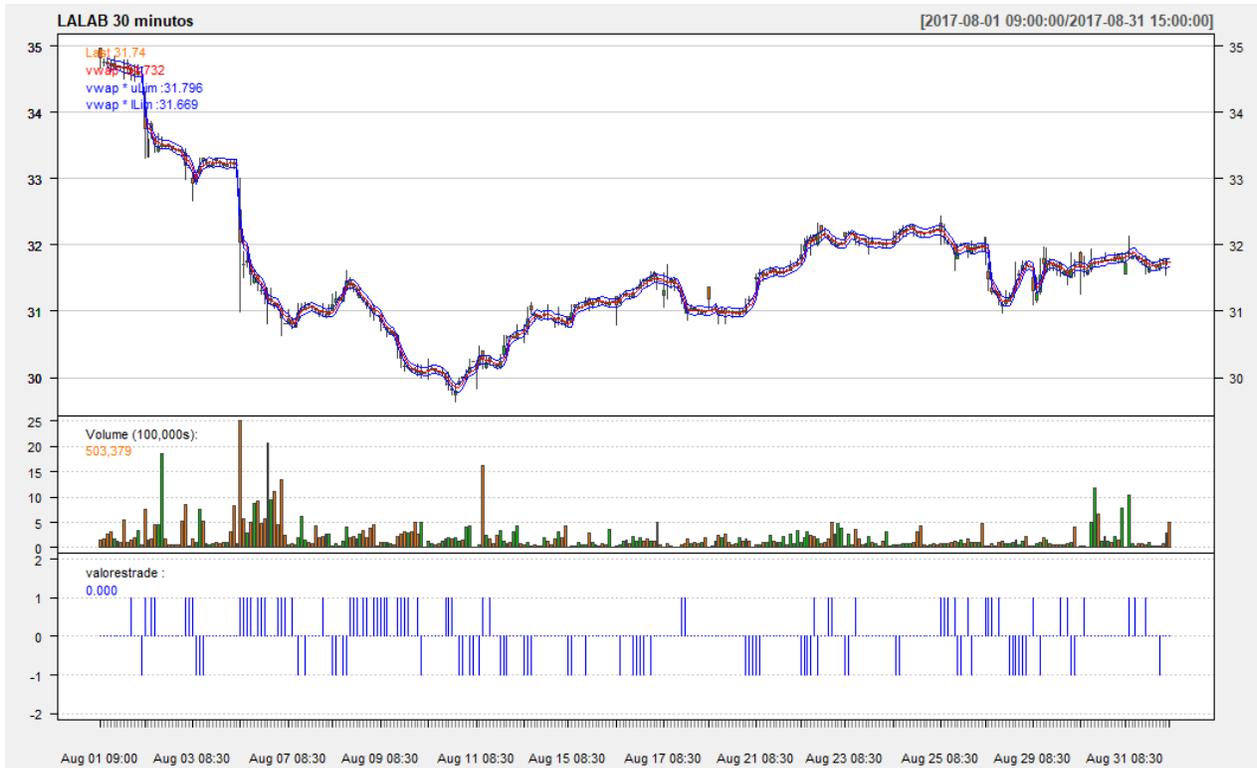
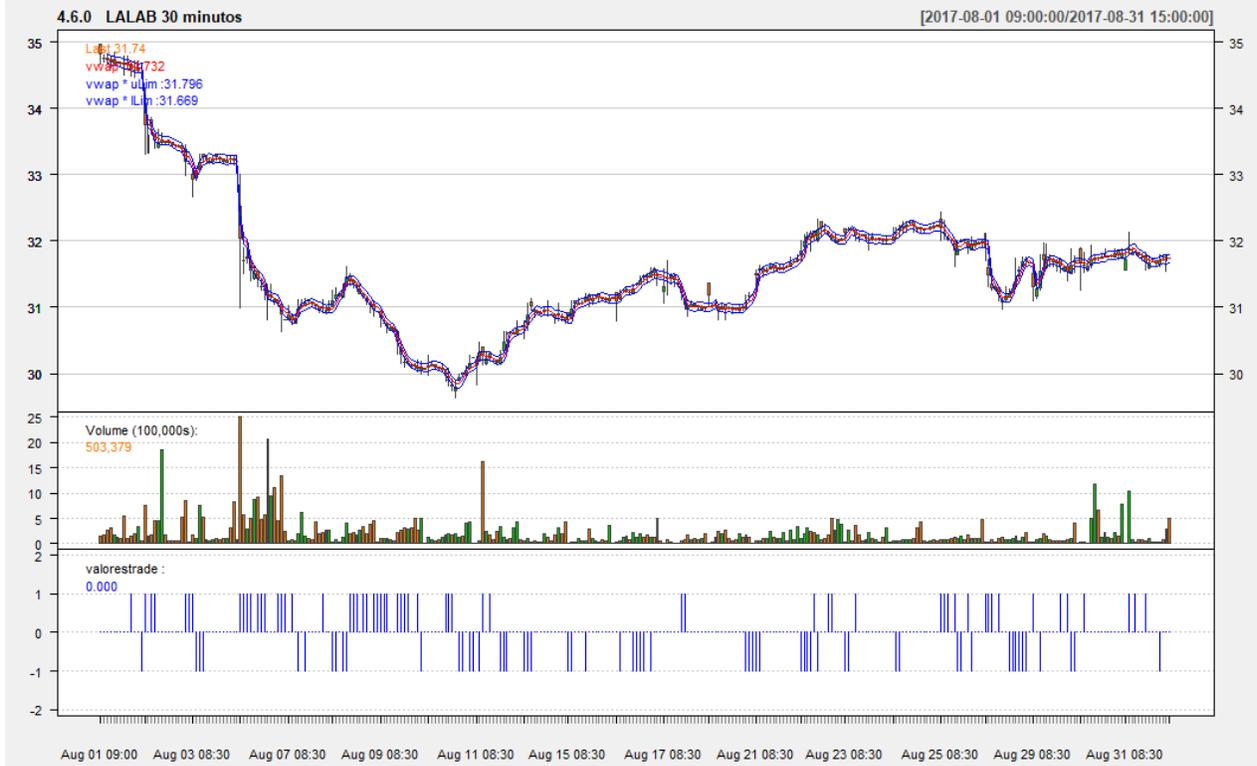




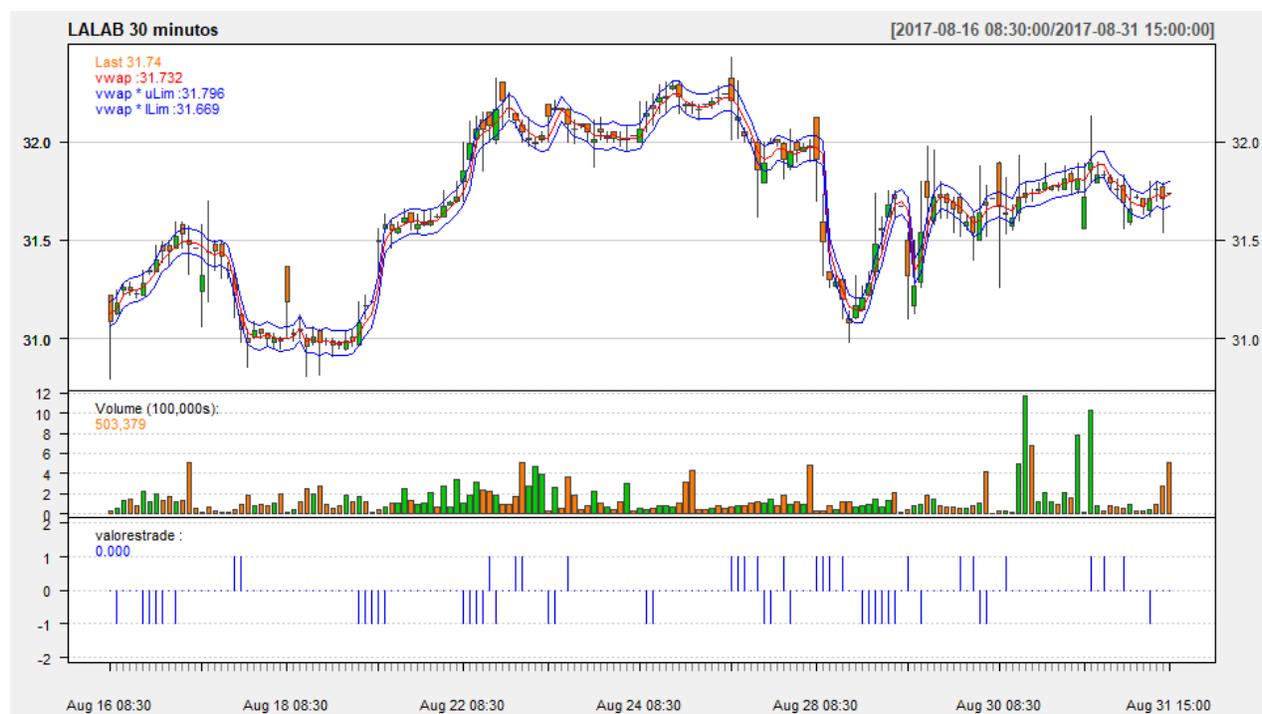
### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

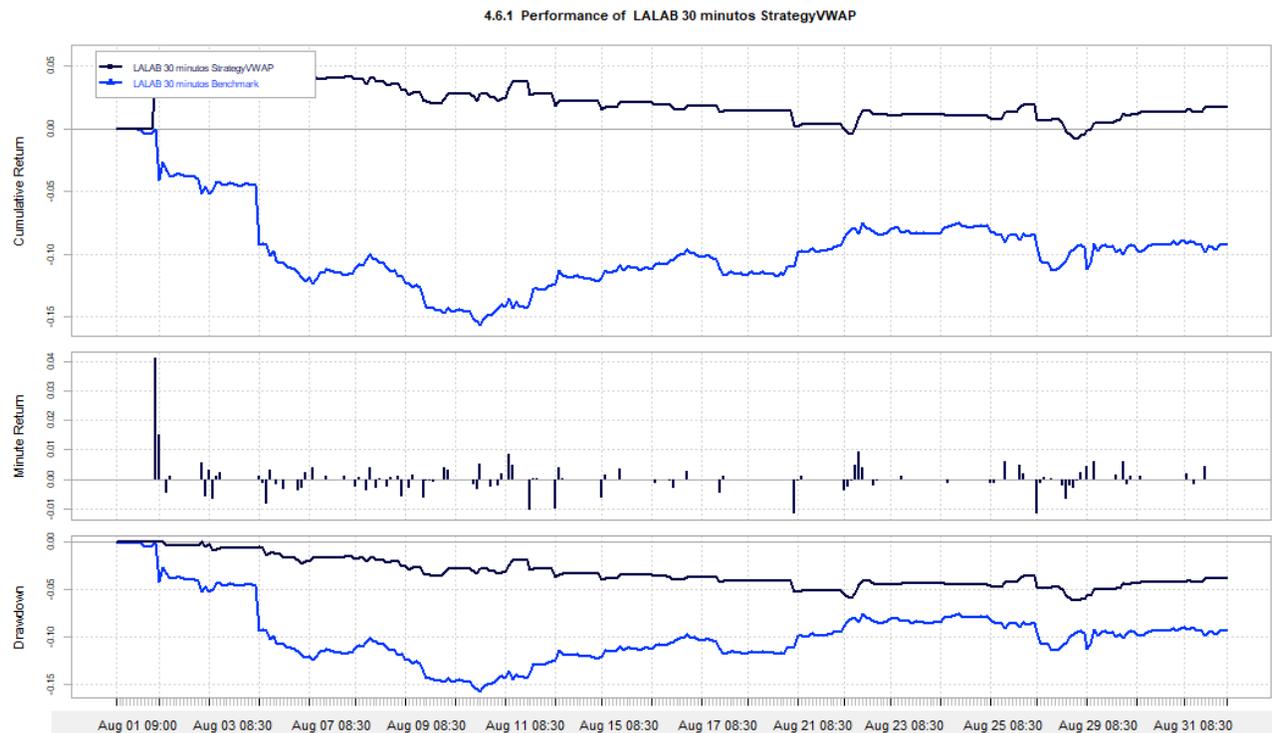


## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.6.0 LALA	LALAB 30 Minutos Estrategia VWAP	LALAB 30 Minutos Benchmark
Observaciones	312.0000	312.0000
Mínimo	-0.0118	-0.0473
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0001	-0.0003
Media Geométrica	0.0001	-0.0003
Máximo	0.0411	0.0160
Desviación Estándar	0.0034	0.0050
Coficiente de Asimetría	5.6103	-4.3321
Curtosis	70.6773	38.7860

4.6.1 LALA	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0160	-0.0921
Rendimiento mensual	0.0176	-0.0927
Volatilidad Mensual	0.0598	0.0881
Máximo Drawdown	-0.0643	-0.1484
Máxima Duración Drawdown	288.0000	312.0000



### Análisis:

Realizando el análisis para la emisora LALAB en intervalos de 30 minutos, los resultados obtenidos por la estrategia de negociación son muy satisfactorios, el rendimiento acumulado y mensual fue de 1.59% y 1.75%, respectivamente. En estos resultados se debe de considerar la tendencia bajista por parte de la emisora, dicha tendencia se muestra en la gráfica 4.6.0. El desempeño por parte del benchmark de la acción como era de esperarse, fue de -9.20% en cuanto a rendimiento acumulado y de -9.26% mensual.

Al presentarse una tendencia bajista, la MDDD persiste en ambos escenarios, ocasionando una duración de 288 intervalos de tiempo para la estrategia en conjunto con un MDD de -6.43%, mientras que para el benchmark de la acción se extendió a los largo de los 312 intervalos de tiempo y alcanzando un MDD de -14.83%.

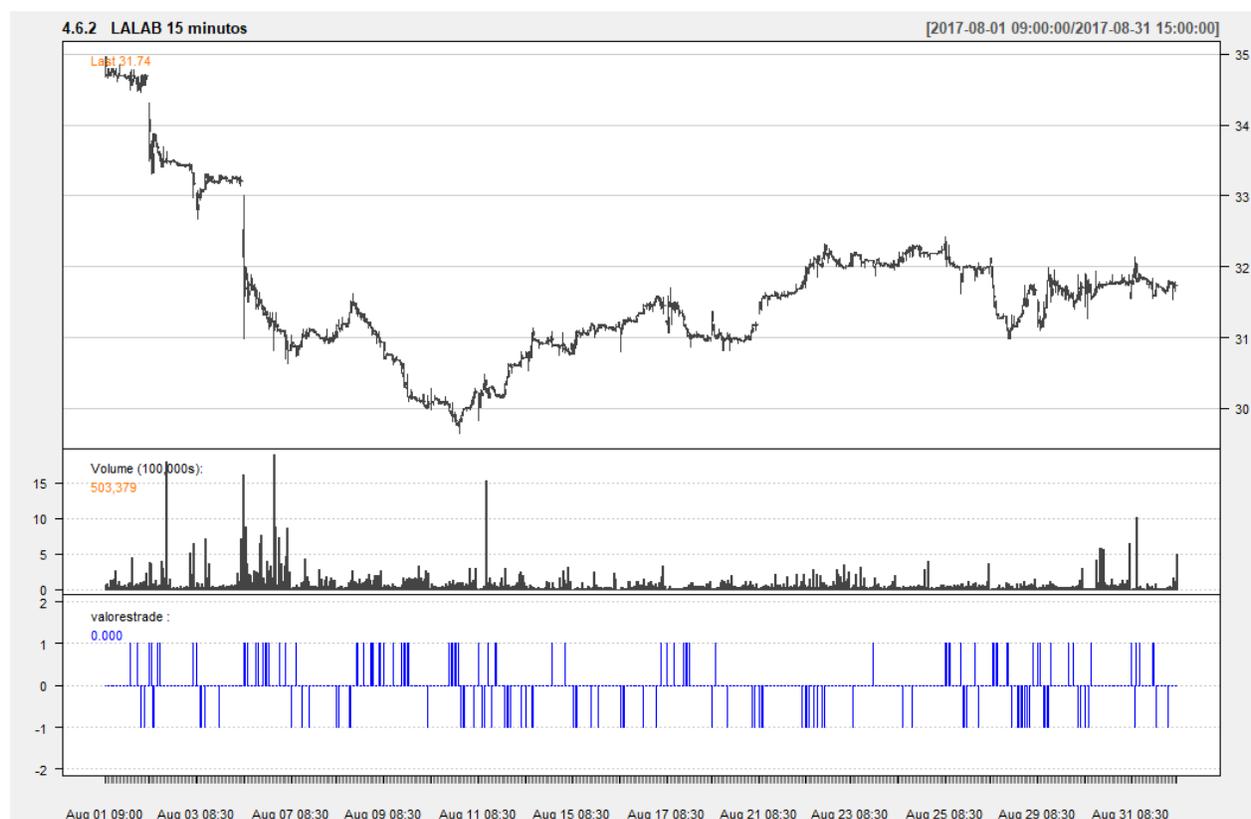
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

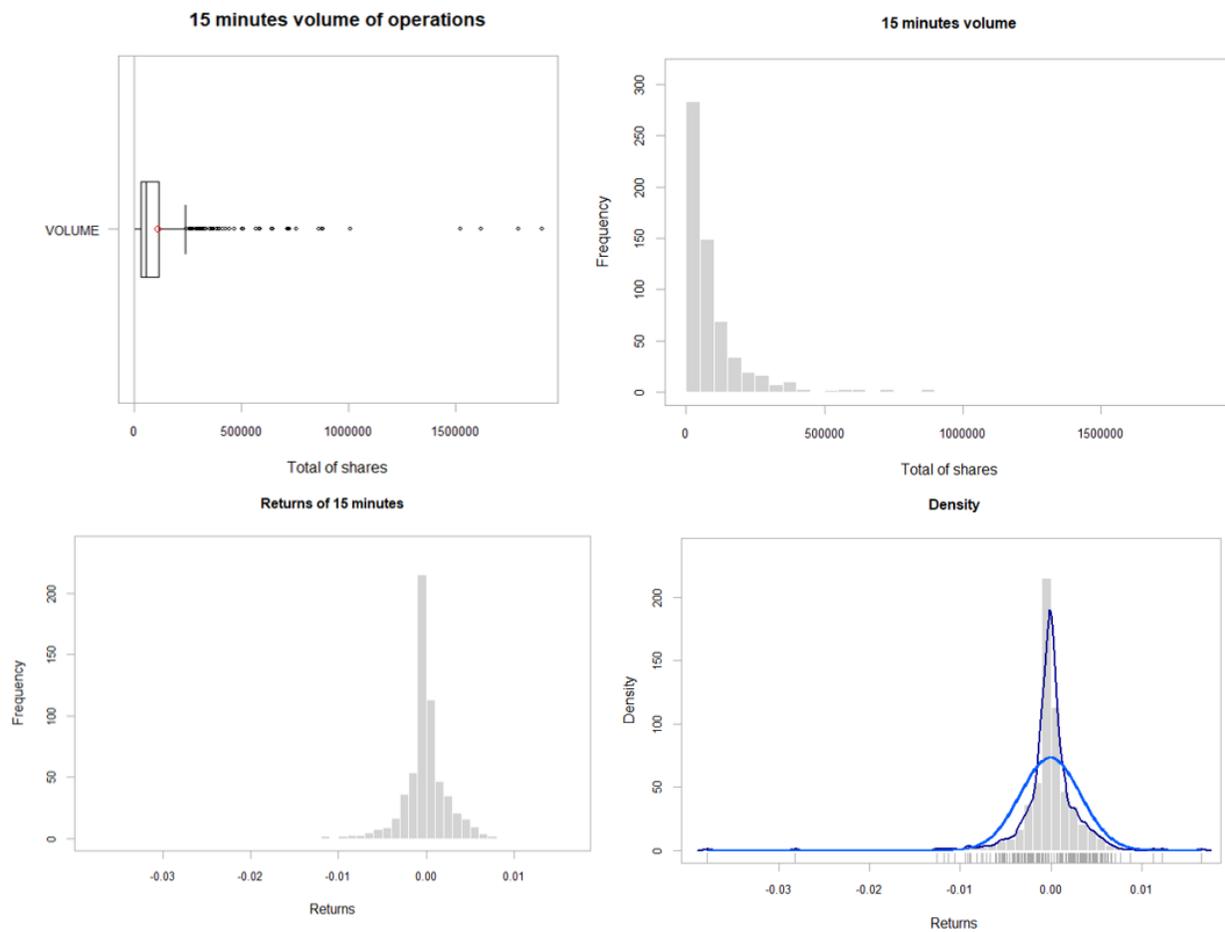
Los datos estadísticos señalan una distribución normal de tipo leptocúrtica en los dos casos, no obstante, el grado de curtosis es mayor en la estrategia generando un apuntamiento más pronunciado que el benchmark del mercado.

De acuerdo con el diseño de la estrategia y su comportamiento, puede notarse en la gráfica 4.6.1 como el algoritmo explota la volatilidad a su favor en los primeros intervalos de tiempo; al tomar una posición corta, la estrategia reditúa en un rendimiento máximo de 4.11%, oscilando en un rango entre [-1.18%, 4.11%]. Situación contraria para el benchmark del mercado el cual sufre una máxima caída de -4.73% para un periodo, teniendo un rango de [-4.73%,1.60%].

- Características LALA B 15 minutos, sector materiales.

Emisora	Liquidez	Volatilidad (15 min)	Volumen promedio (30 min)
Grupo Lala	0.3445%	0.3330%	109,957

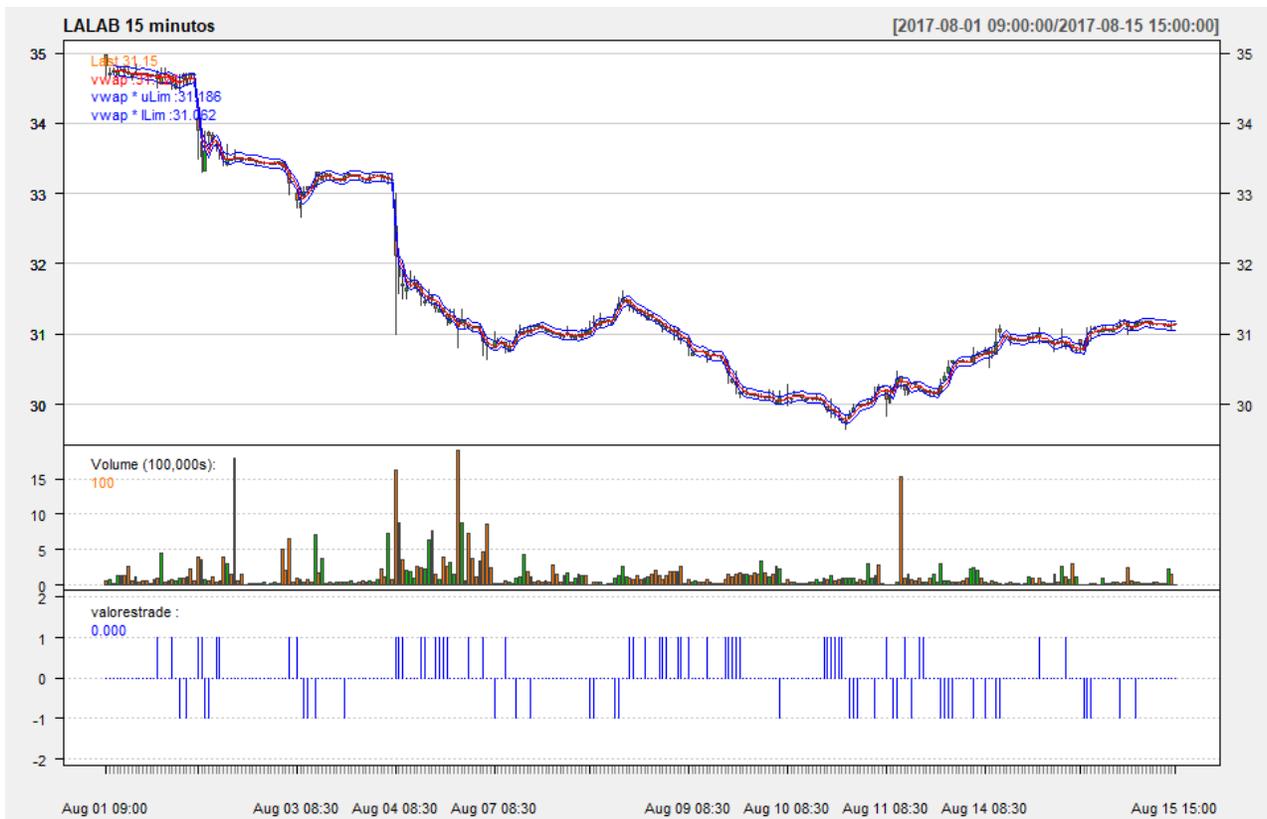
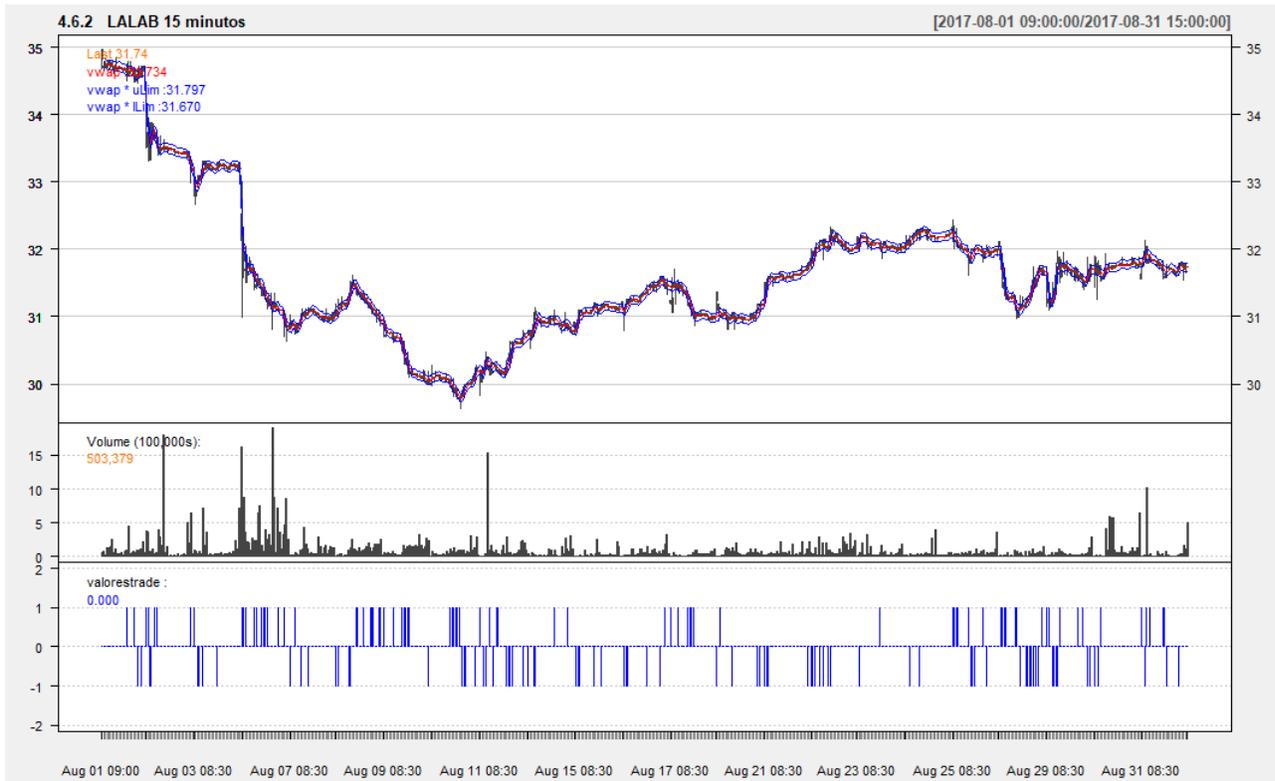




### Parámetros

- Numero de periodos del VWAP = 3
- % del límite superior del VWAP = 1.002
- % del límite inferior del VWAP = 0.998

# Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



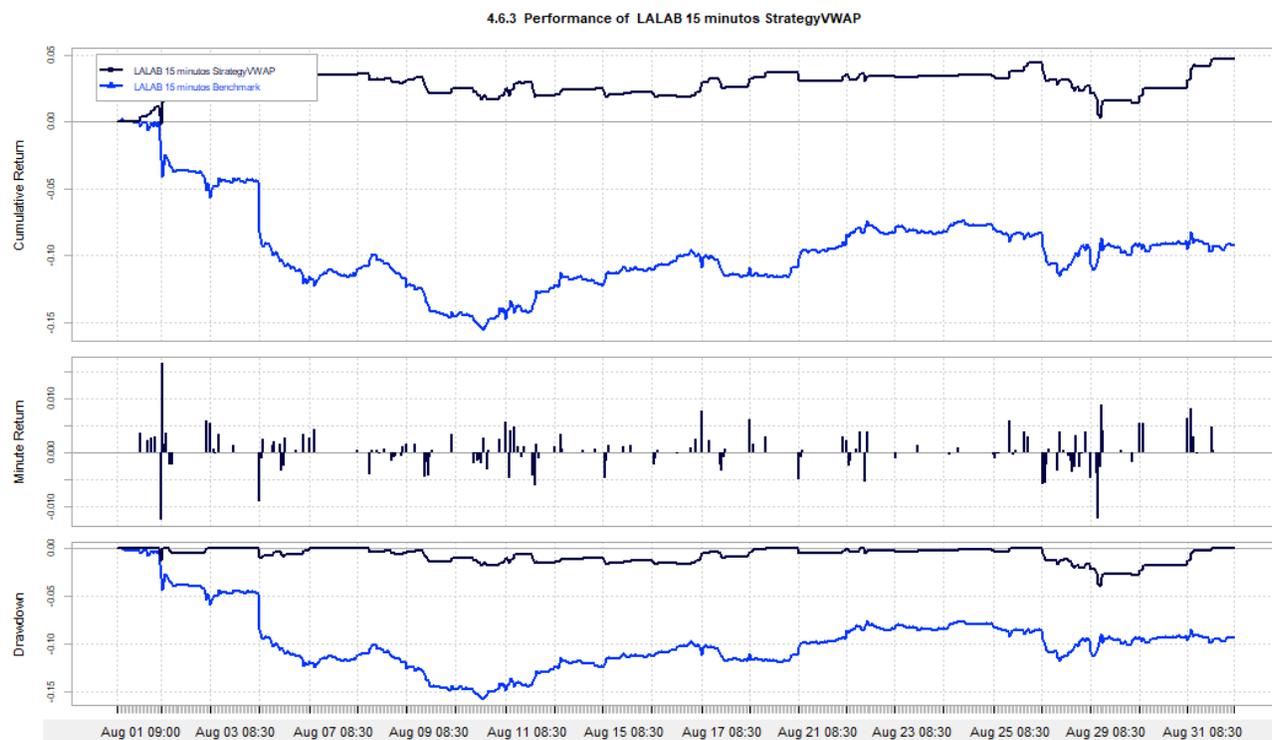
## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



4.6.2 LALA	LALAB 15 Minutos Estrategia VWAP	LALAB 15 Minutos Benchmark
Observaciones	610.0000	610.0000
Mínimo	-0.0126	-0.0378
Mediana	0.0000	0.0000
Media Aritmética	0.0001	-0.0002
Media Geométrica	0.0001	-0.0002
Máximo	0.0165	0.0165
Desviación Estándar	0.0018	0.0033
Coefficiente de Asimetría	0.4856	-3.3106
Curtosis	22.1086	36.3761

4.6.3 LALA	Estrategia VWAP	Benchmark
Retorno Acumulado	0.0469	-0.0912
Rendimiento mensual	0.0469	-0.0922
Volatilidad Mensual	0.0449	0.0821
Máximo Drawdown	-0.0409	-0.1481
Máxima Duración Drawdown	217.0000	607.0000

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados



### Análisis:

Implementado el algoritmo *VWAP mean reversion* a la serie de acciones LALAB para intervalos de 15 minutos, los resultados obtenidos presentan un desempeño favorable y muy superiores que el benchmark de referencia. La estrategia de negociación generó un rendimiento acumulado de 4.69% y mensual de 4.68%, en contraste el benchmark de la acción terminó con rendimientos negativos, el rendimiento acumulado fue de -9.11% y el mensual de -9.21%. Ante un escenario bajista, el índice de referencia tuvo un máximo DD de -14.80% y una duración máxima de DD de 607 intervalos de tiempo, de un total de 610 intervalos. Por su parte, el algoritmo computacional mitigó las caídas teniendo un máximo DD de -4.08% y un 35% de los intervalos de tiempo se mantuvo a la baja. El volumen de operación y liquidez

Interpretando los datos estadísticos de los rendimientos por parte de la estrategia algorítmica, el comportamiento es una distribución normal de tipo leptocúrtica con un exceso de curtosis 22.10, lo que nos indica una alto número de valores concentrados alrededor de la media 0.01%, en este caso el coeficiente de asimetría muestra un sesgo

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

ligeramente hacia la derecha ocasionado principalmente por el rendimiento máximo de 1.65% en un intervalo de tiempo y un mínimo de -1.26%. Por su parte, el índice de referencia de la acción muestra una distribución leptocúrtica con un exceso de curtosis de 36.37, aun mayor que la estrategia. El coeficiente de asimetría es negativo con una cola sesgada hacia la izquierda, ocasionada por un gran número de valores extremos alejados a la izquierda de la media -0.02%.

### 4.1.2. Conclusiones del Análisis de Resultados

Emisora	Volumen Promedio	Liquidez	Volatilidad	Ponderación en el IPC	Rendimiento acumulado	Rendimiento mensual	MDD	MDDD
<b>SECTOR FINANCIERO 30 MINUTOS</b>								
GFNORTEO	365,426	0.4922%	0.3637%	9.60%	1.84%	2.03%	-4.85%	133
GFNORTEO CON ESTRATEGIA	365,426	0.4922%	0.3637%	9.60%	7.83%	7.65%	-2.27%	92
SANMEX B	151,014	0.4220%	0.3088%	2.10%	-2.35%	-2.22%	-5.11%	169
SANMEX B CON ESTRATEGIA	151,014	0.4220%	0.3088%	2.10%	4.93%	4.87%	-3.45%	35
<b>SECTOR DE PRODUCTOS DE CONSUMO FRECUENTE 30 MINUTOS</b>								
GRUMA B	55,860	0.5167%	0.3379%	1.80%	6.42%	6.40%	-3.63%	113
GRUMA B CON ESTRATEGIA	55,860	0.5167%	0.3379%	1.80%	3.18%	3.20%	-3.58%	221
LALA B	210,207	0.5095%	0.4806%	0.50%	-9.21%	-9.27%	-14.83%	312
LALA B CON ESTRATEGIA	210,207	0.5095%	0.4806%	0.50%	1.60%	1.76%	-6.43%	288
<b>SECTOR MATERIALES 30 MINUTOS</b>								
GMEXICO B	554,448	0.4646%	0.3824%	6.70%	-0.22%	0.02%	-6.26%	209
GMEXICO B CON ESTRATEGIA	554,448	0.4646%	0.3824%	6.70%	4.47%	4.49%	-3.66%	128
MEXCHEM	325,559	0.4569%	0.3557%	1.60%	-6.98%	-7.03%	-8.15%	266
MEXCHEM CON ESTRATEGIA	325,559	0.4569%	0.3557%	1.60%	7.99%	7.75%	-2.45%	104
<b>SECTOR FINANCIERO 15 MINUTOS</b>								
GFNORTEO	192,339	0.3516%	0.2717%	9.60%	1.66%	1.87%	-4.85%	257
GFNORTEO CON ESTRATEGIA	192,339	0.3516%	0.2717%	9.60%	8.95%	8.64%	-2.72%	138
SANMEX B	77,770	0.3019%	0.2287%	2.10%	-2.31%	-2.18%	-5.20%	325

## Capítulo IV. Modelación del Algoritmo y Resultados

SANMEX B CON ESTRATEGIA	77,770	0.3019%	0.2287%	2.10%	3.27%	3.26%	-2.67%	88
SECTOR DE PRODUCTOS DE CONSUMO FRECUENTE 15 MINUTOS								
GRUMA B	28,837	0.3781%	0.2851%	1.80%	5.95%	6.02%	-3.66%	219
GRUMA B CON ESTRATEGIA	28,837	0.3781%	0.2851%	1.80%	15.90%	14.86%	-1.75%	45
LALA B	109,957	0.3445%	0.3330%	0.50%	-9.12%	-9.22%	-14.80%	607
LALA B CON ESTRATEGIA	109,957	0.3445%	0.3330%	0.50%	4.69%	4.69%	-4.09%	217
SECTOR MATERIALES 15 MINUTOS								
GMEXICO B	253,107	0.3059%	0.2684%	6.70%	-0.03%	0.10%	-6.20%	403
GMEXICO B CON ESTRATEGIA	253,107	0.3059%	0.2684%	6.70%	3.01%	3.06%	-3.90%	270
MEXCHEM	169,287	0.3221%	0.2746%	1.60%	-7.08%	-7.11%	-8.31%	516
MEXCHEM CON ESTRATEGIA	169,287	0.3221%	0.2746%	1.60%	18.13%	16.73%	-1.47%	78

La tabla anterior muestra en las primeras 4 columnas las características de las emisoras, mientras que las últimas 4, los indicadores del desempeño obtenidos a través del algoritmo computacional. Con base en los resultados obtenidos y llevando a cabo un análisis comparativo entre sectores, emisoras e intervalos de tiempo, se puede concluir lo siguiente:

- El algoritmo computacional entregó el mejor rendimiento tanto acumulado como mensual con la emisora MEXCHEM en intervalos de 15 minutos, 18.13% acumulado y 16.73% mensual. Por su parte el benchmark de la acción tuvo una pérdida de -7.08% acumulado y -7.11% mensual, de esta forma se obtuvo un sobre desempeño de 25.21% si se toma como referencia el comportamiento de la acción.
- De los 12 escenarios donde se implementó el algoritmo computacional, solo en uno el benchmark de referencia superó a la estrategia de negociación. Este escenario se presentó para la emisora GRUMA en intervalos de 30 minutos, el rendimiento acumulado fue 6.42% y el mensual de 6.40%, en comparación con la estrategia algorítmica que obtuvo de rendimiento acumulado 3.18% y 3.20% de mensual.

- La estrategia algorítmica tuvo un sobre desempeño en dos de los tres sectores de la BMV, el sector financiero y sector materiales. Ambos con mayor ponderación dentro de la muestra del IPC.
- La emisora con menor liquidez fue GRUMAB en intervalos de 30 minutos, teniendo un spread de 0.5167%. El algoritmo tuvo un comportamiento poco favorable y los resultados obtenidos estuvieron por debajo del desempeño al benchmark de la acción. La emisora con mayor liquidez fue SANMEX B en intervalos de 15 minutos, contando con un spread de 0.3019%. El resultado por parte de el algoritmo computacional fue favorable, ya que obtuvo la mejor gestión de riesgo con base en la MDDD con 35 periodos, además de superar a su benchmark de referencia. Estos dos resultados arrojan la evidencia necesaria de que el algoritmo se comporta de mejor forma operando en las partes más líquidas del mercado y con mayor dinamismo.
- El MDD y la MDDD para intervalos de 30 minutos se dio en la emisora LALAB, la estrategia de negociación sufrió una caída desde su punto más alto de -6.43% y una duración de 288 intervalos a la baja. Sin embargo, con respecto a su benchmark demuestra una gestión de riesgo adecuada, al mitigar las pérdidas y minimizar la caída sufrida por la acción en un -8.40% adicional, y 24 intervalos de tiempo menos.
- La emisora con mayor volatilidad fue LALAB, tanto en intervalos de 30 minutos (0.4806%) como en 15 minutos (0.3330%). El algoritmo, en estos dos escenarios superó a su benchmark de referencia en los indicadores del desempeño. La estrategia de negociación operó en periodos de alta volatilidad y demostró una eficiente gestión de riesgo, además de aprovechar las correcciones en el precio de mercado de la acción tendiendo a su media después de altos periodos de volatilidad.
- Comparado el funcionamiento del algoritmo entre la misma emisora en los dos marcos de tiempo. La estrategia de negociación obtuvo resultados superiores en periodos de 15 minutos contra periodos de 30 minutos, en 5 de las 6 emisoras comparadas los rendimientos fueron superiores. La estrategia algorítmica tuvo un

funcionamiento eficaz en emisoras con menor spread y en intervalos de 15 minutos, es decir operando de forma dinámica y frecuente.

- La liquidez presentada entre emisoras del mismo sector para intervalos de 15 minutos tuvo una variación máxima de 0.05%, mientras que para intervalos de 30 minutos fue de 0.07%, ambos en el sector financiero entre GFNORTEO y SANMEX B. La diferencia más alta en cuanto a liquidez entre emisoras fue de 0.095% entre GRUMA B y SANMEXB en intervalos de 30 minutos y de 0.076% entre GRUMA B y GMEXICO B para intervalos de 15 minutos.
- Con base en las condiciones presentadas por las emisoras (liquidez, volumen de negociación y volatilidad) los siguientes parámetros establecidos en la estrategia de negociación fueron los óptimos:

Numero de periodos del VWAP = 3

% del límite superior del VWAP = 1.002

% del límite inferior del VWAP =0.998

## Capítulo V. Conclusiones, Limitaciones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

El sector financiero mexicano ha mostrado una postura pasiva frente a la implementación de AT y HFT, encontrándose aún en una etapa temprana de desarrollo y desaprovechando una gran oportunidad de crecimiento. Los sectores que conforman el sistema financiero del país cuentan con instituciones que invierten y participan en los mercados de dinero, capitales e incluso en el de derivados. El uso de AT y HFT en estos mercados está presente, sin embargo, el porcentaje de operaciones bajo esta modalidad apenas representa entre el 15% y 20%, mientras que en mercados desarrollados como el americano representa aproximadamente el 75%. Emplear AT y HFT dentro de las estrategias de inversión para transaccionar altos volúmenes de activos, puede derivar en grandes beneficios para estas instituciones. Principalmente contribuiría en una disminución de los costos de transacción, mejores precios de ejecución, así como

indirectamente propiciar una mayor liquidez y volver más competitivo el mercado de valores del país.

Los resultados obtenidos en este trabajo proporcionan la factibilidad de la implementación de AT dentro del mercado de valores en México. El algoritmo y su funcionamiento aportan la evidencia necesaria de los posibles beneficios para los inversionistas y el potencial que existe para la gestión de riesgos dentro del mercado de capitales.

El diseño y la ejecución de la estrategia *VWAP mean reversion* demostró su viabilidad dentro de los 3 sectores elegidos de la BMV y en 5 de 6 emisoras seleccionadas, las cuales forman parte de la muestra del IPC. Se comprobó que el algoritmo puede llegar a operar de forma óptima en las partes más liquidas del mercado, entregando mejores rendimientos y una mejor gestión de riesgo con respecto a su benchmark de referencia.

El algoritmo puede operar dinámica o estáticamente dependiendo de los parámetros establecidos. Muy dinámico si los límites superiores e inferiores disminuyen, entre menores sean los límites con respecto al precio actual, el algoritmo tenderá a operar con mayor frecuencia. Caso contrario sucederá si los límites aumentan, tendiendo a operar únicamente en momentos de muy alta volatilidad y con menor frecuencia.

AT es una evolución natural de los mercados financieros en lugar de un fenómeno completamente nuevo. Existe un claro proceso evolutivo en la adopción de nuevas tecnologías por parte de los participantes del mercado, provocadas e impulsadas por la competencia, la innovación y la regulación.

AT proporciona menor latencia, mayor precisión, reducción en los costos de operación, además de eliminar las emociones humanas que evitan mantener pérdidas durante un periodo de tiempo más prolongado. Asimismo, dada la potencia de cómputo disponible en la actualidad se pueden identificar miles de señales que indiquen oportunidades para transaccionar. Mediante AT es posible ejecutar múltiples estrategias de negociación simultáneamente, esto no sería posible para los inversionistas de ninguna manera. La negociación algorítmica cuenta con la posibilidad de ejecutar previamente las estrategias programadas basadas en datos históricos y análisis técnico. De esta forma, se tiene la

oportunidad de eliminar estrategias deficientes y preservar las mejores. No obstante, es importante diseñar y programar algoritmos con la mayor precisión posible para disminuir riesgos de operación.

Con base en lo anterior, AT constituye una importante herramienta para el crecimiento del mercado bursátil mexicano en conjunto con las instituciones financieras y sus clientes; pues permite transaccionar de forma más eficiente e implica una disminución en los costos de operación, lo que podría generar, un incremento en el número de operaciones y una mayor liquidez en diversas clases de activos financieros.

La automatización, la productividad y el control sobre el proceso de negociación son algunas de las principales ventajas que brinda AT. Estas ventajas competitivas han impulsado su adopción como un nuevo servicio novedoso disponible, principalmente en algunas casas de bolsa (Finamex, UBS y Actinver). Con la llegada de BIVA al mercado de capitales del país se espera que el volumen de negociaciones mediante AT crezca considerablemente, principalmente por su avanzada plataforma tecnológica y las nuevas oportunidades de arbitraje que esto representará.

### **5.2. Limitaciones**

Al ser un mercado dinámico el comportamiento del precio de las acciones se vuelve impredecible, por lo tanto, el algoritmo puede llegar a entregar resultados desfavorables. Es necesario constantemente monitorear las condiciones de mercado y ajustar los parámetros para tener mayor probabilidad de resultados favorables.

En el análisis de resultados no se consideraron los costos implícitos y explícitos debido a que la mayoría de los algoritmos son implementados por las casas de bolsa y bancos con conexión directa a los sistemas informáticos de la BMV, y los costos de transacción son menores y diferentes a los proporcionados al público inversionista.

El impacto de mercado y el *timing risk* no fue medido debido a que el algoritmo no se ejecutó en una plataforma que reproduzca las condiciones necesarias para simular el mercado de valores del país. Por lo tanto, el tamaño de las órdenes y el impacto de

mercado no se tomó en consideración en los resultados del algoritmo, ni en su forma de operar.

Se debe considerar que el algoritmo computacional debe ser operado con baja latencia para asegurar una ejecución eficiente y obtener el nivel de precios al final de cada intervalo de tiempo.

El algoritmo es retrospectivo, es decir toma en consideración datos anteriores para generar señales de compra o venta, y simula su operación en escenarios del pasado.

Las comparaciones de los rendimientos requieren diversos puntos de referencia. Sin embargo, para estandarizar el análisis, el trabajo se limitó únicamente a un solo punto de referencia (benchmark). El rendimiento obtenido de mantener una posición larga en cada intervalo de tiempo.

La teoría de la reversión de la media sugiere que desviaciones considerables en los precios de seguridad tienden a regresar a su media histórica. En otras palabras, si el precio se aleja demasiado de su promedio a largo plazo, volverá a su promedio. Esta teoría considera solo los cambios fuertes en el nivel de precios y no incluye el crecimiento normal y otros eventos del mercado que tienen lugar.

### **5.3. Recomendaciones**

Se recomienda ejecutar el algoritmo en escenarios muy distintos (volatilidad, liquidez, intervalos de tiempo y volumen de operación) a los presentados en el caso de estudio.

La estrategia puede arrojar aún mejores resultados en la gestión de riesgos si se determinan órdenes de stop.

Dado el sobre desempeño de la estrategia de negociación con respecto a su benchmark, el uso prudente del apalancamiento puede mejorar aún más los resultados obtenidos.

Se propone ejecutar el algoritmo *VWAP mean reversion* modificando los parámetros establecidos (variar el número de periodos para el cálculo del VWAP y límites superiores e inferiores). Realizar una base de datos de los resultados arrojados por el algoritmo y llevar a cabo un análisis estadístico del comportamiento en diferentes escenarios del

mercado y horizontes de tiempo. Además, se recomienda hacer un análisis de sensibilidad de los parámetros y agregar indicadores del desempeño adicionales.

Ejecutar el algoritmo a través de una plataforma de trading que simule las condiciones del mercado mexicano y en su caso modificar el código de la estrategia, adecuándolo a las diferentes clasificaciones algorítmicas (Impact driven, Cost Driven, Opportunistic).

### 5.4. Futuras Investigaciones

Desarrollar una API<sup>35</sup> que se enlace directamente a una plataforma de trading, la cual provea datos en tiempo real o con un retraso máximo de 20 minutos y ejecutar el algoritmo en diferentes intervalos de tiempo, desde un minuto hasta intervalos de seis horas. Encontrar los intervalos de tiempo y el sector para los cuales la estrategia algorítmica es óptima.

Programar diversas estrategias algorítmicas con un diferente enfoque, por ejemplo, volumen de negociación, *momentum*, patrones de mercado, etcétera. Ejecutar cada algoritmo en una emisora por sector dentro de la BMV. Elegir la de mejor desempeño y programar otra estrategia con el mismo enfoque, pero distintas características a la seleccionada. Analizar si cierto enfoque o tipo de algoritmos en particular, reaccionan y se adecuan de mejor manera a las características y condiciones del mercado de capitales de nuestro país.

Crear un portafolio de inversión que opere exclusivamente con estrategias algorítmicas. Establecer como benchmark un portafolio de inversión con gestión activa, que cuente con una composición similar en el mercado de capitales del país y contrastar el desempeño de ambos, en distintos periodos de tiempo. La finalidad es medir la viabilidad de operar con algoritmos computacionales dentro del mercado bursátil en México, con respecto a las formas tradicionales de operar.

---

<sup>35</sup> Interfaz de programación de aplicaciones (API, por sus singlas en inglés). Conjunto de reglas (código) y especificaciones que siguen aplicaciones para comunicarse entre ellas, sirven de interfaz entre programas o para establecer una comunicación con una base de datos, etcétera.

## Referencias Bibliográficas

### Texto

Chan, E. (2013). *Algorithmic trading*. John Wiley & Sons, Inc. Estados Unidos. Pp. 119-151

Gomber, P. (2018). *High-Frequency Trading*. Deutsche Borse Group. Alemania. Pp 8-32

Johnson, B. (2010). *Algorithmic trading & DMA: An introduction to direct access trading strategies*. Inglaterra: 4Myeloma Press. Pp 15,58-69,115-161

Kissell, R. (2014). *The science of algorithmic trading and portfolio management*. Elsevier Inc. Estados Unidos. Pp 11,12,13, 17-19, 39, 89-95

Niciejewska, K. (2015). *Dark Pools and Flash Trading: New trends in Equity Trading?*. Anchor Academic Publishing. Alemania. Pp. 11,18,36, 55-59

### Tesis

Elizondo, E. (2009). *El Mercado de Valores en México*. Universidad Autónoma de Nuevo León, FACPYA. División de Posgrado. Mat. 673803

### Periódicos

Grant, J. (2010). Mexican exchange plans 'block trading' facility - Financial Times [en línea]. Traído de: <https://www.ft.com/content/c0e65ede-ed2-11df-8616-00144feab49a>

Martínez, L. (2017). 9 claves sobre BIVA, el nuevo mercado de valores de México - El Economista. Traído de: <https://www.economista.com.mx/mercados/9-claves-sobre-BIVA-el-nuevo-mercado-de-valores-de-Mexico-20170822-0111.html>

Mendoza, V. (2019). BMV se casa con S&P Dow Jones - Forbes México [en línea] Traído de: <https://www.forbes.com.mx/bmv-se-casa-con-sp-dow-jones/>

Nguyen, L. (2017). Are you a robot? - Bloomberg [en línea]. Traído de: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-11-07/humans-are-becoming-less-important-in-the-world-s-biggest-market>

### Documentos

## Referencias Bibliográficas

---

- FTSE Russell, (2018). Índice FTSE BIVA - BIVA [en línea]. Traído de: [https://www.ftse.com/products/downloads/FTSE\\_BIVA\\_Index\\_Ground\\_Rules.pdf?356](https://www.ftse.com/products/downloads/FTSE_BIVA_Index_Ground_Rules.pdf?356)
- Grupo BMV (2013). MoNeT: A software initiative to boost the mexican securities markets - BMV. [en línea]. Traído de: [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/Presentation/2013\\_017\\_001\\_297884.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/Presentation/2013_017_001_297884.pdf)
- Grupo BMV, (2015). Electronic trading system rules - BMV [en línea] Traído de: [https://www.bmv.com.mx/docspub/STC\\_MANUAL\\_REGLAMENTO/MANUAL\\_OPERATIVO0swy170673vnc5g08o6u8t0w63dcw.PDF](https://www.bmv.com.mx/docspub/STC_MANUAL_REGLAMENTO/MANUAL_OPERATIVO0swy170673vnc5g08o6u8t0w63dcw.PDF)
- The New York Times-Business, (2009).The Thirty-Millisecond Advantage [en línea]. Traído de: <https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/imagepages/2009/07/24/business/0724-webBIZ-trading.ready.html>

## Páginas Web

- Banco de México, (2018). Glosario de términos, definiciones, Banxico [en línea]. Traído de: <http://www.banxico.org.mx/divulgacion/glosario/glosario.html#M>
- Banco de México, (2018). El mercado de valores gubernamentales en México – Banxico [en línea]. Traído de: <http://www.anterior.banxico.org.mx/elib/mercado-valores-gub/OEBPS/Text/ii.html>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores, (2018). Instrumentos Financieros [en línea]. Traído de: <http://www.cnbv.gob.mx/SECTORESSUPERVISADOS/BURS%C3%81TIL/Descripci%C3%B3n/Paginas/Instrumentos.aspx>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores, (2018). Sector Bursátil Financieros [en línea]. Traído de: <https://www.gob.mx/cnbv/acciones-y-programas/sector-bursatil>
- Desjardins, J. (2017). What is the difference between the NYSE and Nasdaq?. Visual Capitalist [en línea]. Traído de: <http://www.visualcapitalist.com/difference-nyse-nasdaq/>
- Finextra research, (2017). Algorithm Trading: Benefits & Risks [en línea]. Traído de: <https://www.finextra.com/blogposting/14351/algorithm-trading-benefits-amp-risks>
- Global Custodian, (2012). Electronic trading will increase growth in Latin America, Fidessa says [en línea]. Traído de: <https://www.globalcustodian.com/electronic-trading-will-increase-growth-in-latin-america-fidessa-says/>
- Gobierno Mx, (2018). Instituto para la Protección al Ahorro Bancario - Gobierno gob.mx. [en línea]. Traído de: <https://www.gob.mx/ipab/que-hacemos>

## Anexos

---

Grupo BMV, (2018). Tipos de Índices - BMV [en línea]. Traído de: <http://www.bmv.com.mx/es/indices/principales/>

Intel, (2013). Data center solutions, IoT, and PC Innovation – Intel [en línea]. Traído de: <https://www.intel.com/content/www/us/en/homepage.html>

Investopedia, (2018). Basics of algorithmic trading: Concepts and examples - [en línea]. Traído de: [https://www.investopedia.com/articles/active-trading/101014/basics-algorithmic-trading-concepts-and-examples.asp?utm\\_source=facebook.com&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=fb\\_content\\_mktg](https://www.investopedia.com/articles/active-trading/101014/basics-algorithmic-trading-concepts-and-examples.asp?utm_source=facebook.com&utm_medium=social&utm_campaign=fb_content_mktg)

Mexder, (2018). Contratos Listados – Mexder [en línea]. Traído de: [http://www.mexder.com.mx/wb3/wb/MEX/contratos\\_listados](http://www.mexder.com.mx/wb3/wb/MEX/contratos_listados)

Nasdaq (2018). Trading technology, exchange trading system - Nasdaq [en línea]. Traído de: <http://business.nasdaq.com/market-tech/marketplaces/trading>

Pérez, N. (2017). El IPC cambia de nombre - Finamex [en línea]. Traído de: <http://thevisionary.finamex.com.mx/the-visionary/el-ipc-cambia-de-nombre>

Puaar, A. (2012). BMV targets HFT with trading system revamp - The trade [en línea]. Traído de: <https://www.thetradenews.com/bmv-targets-hft-with-trading-system-revamp/>

S&P Dow Jones Indices. (2017). Renta variable en México [en línea] Traído de: <https://espanol.spindices.com/specializations/mexico/equity>

World Federation of Exchanges, (2018). Annual statistics [en línea]. Traído de: <https://www.world-exchanges.org/home/index.php/statistics/annual-statistics#ASG>

## R y Paqueterías

Brian G. Peterson and Peter Carl (2018). PerformanceAnalytics: Econometric Tools for Performance and Risk Analysis. R package version 1.5.2. <https://cran.r-project.org/web/packages/PerformanceAnalytics/index.html>

Jeffrey A. Ryan and Joshua M. Ulrich (2018). quantmod: Quantitative Financial Modelling Framework. R package version 0.4-13. <https://cran.r-project.org/web/packages/quantmod/index.html>

## Anexos

### Anexo 1

Código *VWAP mean reversion*

## Anexos

---

Activar las librerías

```
library("quantmod")
```

```
library("PerformanceAnalytics")
```

#Nombrar la acción

```
stock<- "MEXCHEM 15 minutos"
```

#Cargar la base de datos

```
df<-as.xts(read.csv(file = "C:/Users/rjvif/Downloads/MEXCHEM.csv", header = TRUE,row.names = 1)) ##Traer base de datos y convertir en xts
```

```
dim(df)
```

```
df<-df[1:616]
```

#Calcular el precio promedio de cada intervalo

```
df$CLOSE<- round((df$OPEN+df$HIGH+df$LOW+df$LAST_PRICE)/4,2)
```

#Comprobar el cálculo del precio promedio

```
head(df$CLOSE)
```

```
tail(df$CLOSE)
```

#Determinar los parámetros para ejecutar la estrategia de negociación

#Número de periodos del cálculo del vwap

```
nlookback <- 3
```

#Si price/vwap > uLim ejecutar una posición corta

```
uLim <- 1.002
```

#Si price/vwap < lLim ejecutar una posición larga

```
lLim <- 0.998
```

#Calcular el precio VWAP

```
vwap <- VWAP(CI(df), Vo(df), n=nlookback)
```

#Comprobar el cálculo del precio promedio

```
head(vwap)
```

#Calcular los rendimientos del mercado en cada intervalo de tiempo

```
dailyRet<-diff(df$LAST_PRICE)/df$LAST_PRICE[-length(df)]
```

## Anexos

---

```
#Calcular los valores del VWAP mean reversion
signal <- df$LAST_PRICE/vwap
#Comprobar el cálculo de los valores VWAP mean reversion
head(signal)
#Limpiar la base de datos en aquellos periodos que no es posible obtener el VWAP
signal[is.na(signal)] <- 1
#Realizar el computo de los intervalos donde se ejecutó la estrategia de negociación
trade <- apply(signal,1, function(x) {if(x<ILim) { return (1) } else { if(x>uLim) { return(-1) }
else { return (0) }}})
#Realizar la gráfica de la acción seleccionada
chartSeries(df,type = "candles", theme="white", TA="addVo()", name= paste("4.4.2 ",
stock))
#transformar la serie de valores obtenidos en la función trade en un objeto data frame
para graficarlos como indicadores
valorestrade<-as.data.frame(trade)
head(valorestrade)
#graficar la serie valorestrade como un indicador binario
addTA(valorestrade,col="blue",type="h",yrange = c(-2,2))
#Añadir el vwap en la gráfica de precios
addTA(vwap,on=1,col=2)
#Añadir los límites, inferior y superior a la gráfica
addTA(vwap*uLim, on=1, col='blue')
addTA(vwap*ILim, on=1, col='blue')
##Graficar en 2 partes para una mejor resolucion
chartSeries (df,type = "candles", theme="white", TA="addVo()", name=stock, subset
="2017-08-01::2017-08-15")
addTA(vwap,on=1,col=2)
addTA(vwap*uLim, on=1, col='blue')
addTA(vwap*ILim, on=1, col='blue')
addTA(valorestrade,col="blue",type="h",yrange = c(-2,2))
```

## Anexos

---

```
##Graficar la segunda parte
chartSeries(df,type = "candles", theme="white", TA="addVo()", name=stock, subset =
"2017-08-16 08:30:00/")
addTA(vwap,on=1,col=2)###Opcional añadir vwap en la gráfica de precios (argumento
on=1), cambiar el color cambiando el número en (col=1)
addTA(vwap*uLim, on=1, col='blue')
addTA(vwap*lLim, on=1, col='blue')
addTA(valorestrade,col="blue",type="h",yrange = c(-2,2))
#Obtención de los resultados de la estrategia de negociación con respecto al
rendimiento en cada intervalo
strategyReturns <- trade * lag(dailyRet,-1)
#Limpiando la base de datos
strategyReturns <- na.omit(strategyReturns)
#Comprobar el cálculo de los rendimientos
head(strategyReturns)
#Renombrar la matriz de los rendimientos del mercado
benchmarkReturn <- dailyRet
head(benchmarkReturn)
benchmarkReturn <- na.omit(benchmarkReturn)
sd(benchmarkReturn)
#Crear un objeto zoo con los rendimientos de la estrategia de negociacion y los
rendimientos del mercado para cada intervalo de tiempo
zooTradeVec <- cbind(as.zoo(strategyReturns),as.zoo(benchmarkReturn)) #Convert to
zoo object
zooTradeVec <- na.omit(zooTradeVec)
head(zooTradeVec)
#Renombrar las columnas del objeto creado
colnames(zooTradeVec) <- c(paste(stock,"StrategyVWAP"),paste(stock,"Benchmark" ))
head(zooTradeVec)
```

```
#Crear la matriz de los rendimientos del mercados como benchmark para medir el
desempeño de la estrategia de negociación
bmkReturns <- (zooTradeVec[,2])
head(bmkReturns)
#Crear la matriz de los rendimientos obtenidos por la estrategia de negociación para
comparar el desempeño contra los rendimientos del mercado
myReturns <- (zooTradeVec[,1])
head(myReturns)
table.Stats(zooTradeVec)
#Programar la función para el cálculo de los indicadores que miden el desempeño
Performance <- function(x) {
  cumRetx = Return.cumulative(x)
  monthRetx = Return.cumulative(x, geometric = FALSE)
  annSDx = sd.annualized(x, scale=614)
  DDs <- findDrawdowns(x)
  maxDDx = min(DDs$return)
  maxLx = max(DDs$length)
  Perf = c(cumRetx,monthRetx, annSDx, maxDDx, maxLx)
  names(Perf) = c("Cumulative Return","Monthly Return", "Monthly Volatility",
    "Maximum Drawdown", "Max Length Drawdown")
  return(Perf)}
#Desplegar el resultado de los indicadores en una tabla
cbind(strategyVWAP=Performance(myReturns),Benchmark=Performance(bmkReturns)
)
#Graficar y comparar el desempeño de ambas estrategias
charts.PerformanceSummary(zooTradeVec, colorset=rich6equal,main=paste("4.4.3
Performance of ",stock,"StrategyVWAP"),geometric=FALSE)
```