

Trading Algorítmico y Ejecución Electrónica en México

Edmundo Fuentes · Marzo 2023

Acerca de



Edmundo Fuentes

Tecnólogo especializado en Ingeniería, IT, Data Management y FinTech.

Académico

M.S. Finance

EGADE Business School, Campus Monterrey (2022-2024 est.)

M.S. Information Technology Management

ITESM, Campus Monterrey (2014-2015)

Finance for Non-Financial Majors (Diploma)

ITESM, Campus Monterrey (2015)

B.S. Mechanical Engineering with Minor in Computer-Aided Design (CAD)

Politecnico di Milano, Campus Bovisa (2009-2013)

B.S. (Hons) Mechatronics Engineering with International Modality

ITESM, Campus Monterrey (2009-2013)

Profesional



Disclaimers

El contenido de la presentación:

- **No** son recomendaciones de inversión.
- **No** es asesoría legal.

“Técnicamente posible” \Rightarrow no implica que sea legal.

“Legal” \Rightarrow no implica que sea ético.

Agenda

Secciones

1. Mercados Electrónicos
2. Ejecución Electrónica de Órdenes
3. Bolsas Mexicanas
4. Trading Algorítmico

5 minutos de Q&A después de cada sección.

Presentación disponible en: www.edmundofuentes.com



Mercados Electrónicos

definición, funcionamiento y limitaciones

¿Qué es un Mercado?

Conjunto de reglas y acuerdos entre partes que están interesadas en comprar y/o vender productos entre sí.

Securities: Capitales, Deuda, Derivados.

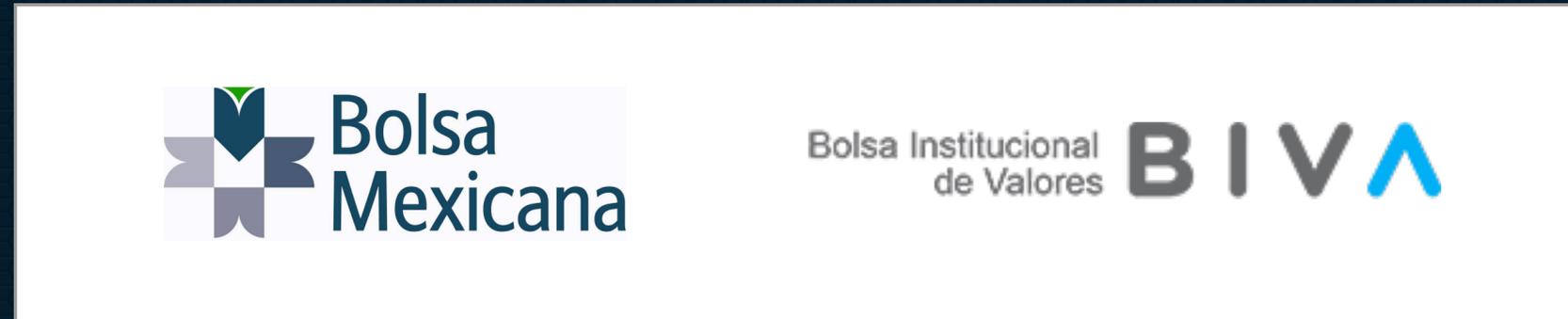
Commodities: Petróleo, Metales, Energía, Granos y Cosechas, Criptomonedas.

- No existe un estándar universal, cada mercado tiene sus particularidades.
- Son reglas y acuerdos *humanos*, de acuerdo a las necesidades del mismo.

Mercados Electrónicos

- El objetivo de un mercado es facilitar, agilizar y efficientizar las transacciones entre los participantes.
- Las reglas de los mercados originales estaban diseñados para procesos sobre papel y procesamiento burocrático humano.
- En 1971 arranca NASDAQ con el primer Mercado Electrónico en el mundo, utilizando sistemas computacionales como motor de negociación.
- Aplican restricciones en las operaciones por motivos:
 1. Regulatorios
 2. De eficiencia y practicidad

Mercado Mexicano de Valores



Principios de diseño operativos similares a los mercados extranjeros como NYSE y NASDAQ, para facilitar las operaciones en el ecosistema financiero internacional.

Deben cumplir con los lineamientos mexicanos publicados por la CNBV (Comisión Nacional Bancaria y de Valores).

BMV y BIVA publican sus “Reglamento Interior” y “Manual de Bolsa”.

Instrumentos

Productos que se compran y venden se le llaman “Instrumentos” y se identifican con un *Símbolo de Ticker*.

Local Ticker (BMV): ALFA.A

International Ticker: MM:ALFAA

ISIN: MXP000511016

ISIN: International Securities Identification Number

Instrumentos disponibles México:

- Bonos: mercado de deuda
- Acciones: mercado de capitales / renta variable
- Opciones: mercado de derivados

Limitaciones de los Mercados

Para simplificar la operación práctica de los mercados, se establecen restricciones en la *forma de operar* de sus participantes. Las más relevantes son:

- Tipo de Producto
- Precios
- Unidades
- Horarios

Limitaciones: Precios

Precio: representación real del valor teórico de un instrumento.

Para la mayoría de los instrumentos el escalón mínimo es de 1¢ (\$0.01) de Peso Mexicano.

Problemática: En instrumentos de precio bajo (menor a \$10 MXN), el escalón discreto entre precios representa porcentajes significativos.

Ejemplo: Instrumento de \$5.00 MXN, el *spread* entre 5.00 y 5.01 es de 0.2% (20bp).

Limitaciones: Unidades

La unidad mínima es 1 título, ya que representan *papeles* indivisibles en la realidad jurídica.

Adicionalmente, para ciertos instrumentos se consideran “lotes” de 100 unidades, que tienen impacto en ciertas operaciones, comisiones y transacciones.

Problemática: la unidad mínima de inversión puede ser muy alta para instrumentos de precio alto.

Ejemplo: la cantidad mínima de inversión para AutoZone Inc (AZO) son ~45,000 MXN

Limitaciones: Horarios

La jornada en México se divide en 3 partes:

- **Subasta de apertura:** 8:00:00 a 8:29:59 hrs
- **Subasta continua:** 8:30:00 a 15:00:00 hrs
- **Subasta de cierre:** 15:00:00 ~ 15:10:00 hrs

Los horarios se ajustan al huso horario de Nueva York.

Subasta Continua

Modelo de negociación de posturas abiertas. Al crearse una postura se registra en el libro abierto, y al “cruzarse” los precios de dos posturas se ejecuta una transacción.

La información del mercado se entrega en 2 partes:

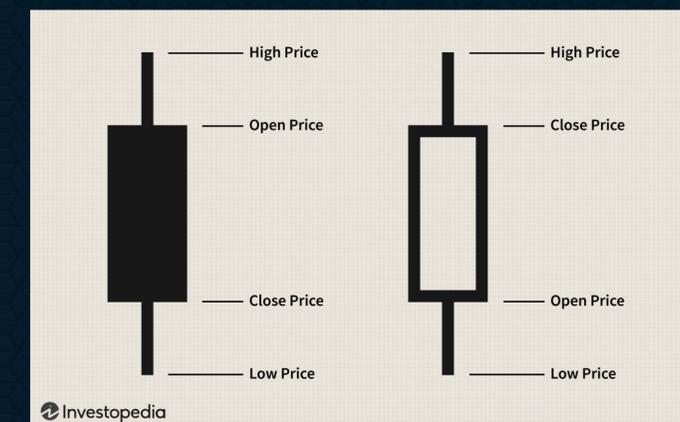
- **Tape:** registro histórico de los hechos (transacciones) del mercado
- **Book:** registro en tiempo real de las posturas abiertas de compra y de venta

Subasta Continua: *Tape*

Registro histórico de los hechos ocurridos en el mercado, incluyendo información de fecha y hora, volumen, precio, entre otros.

Generalmente se representa en gráficas de velas.

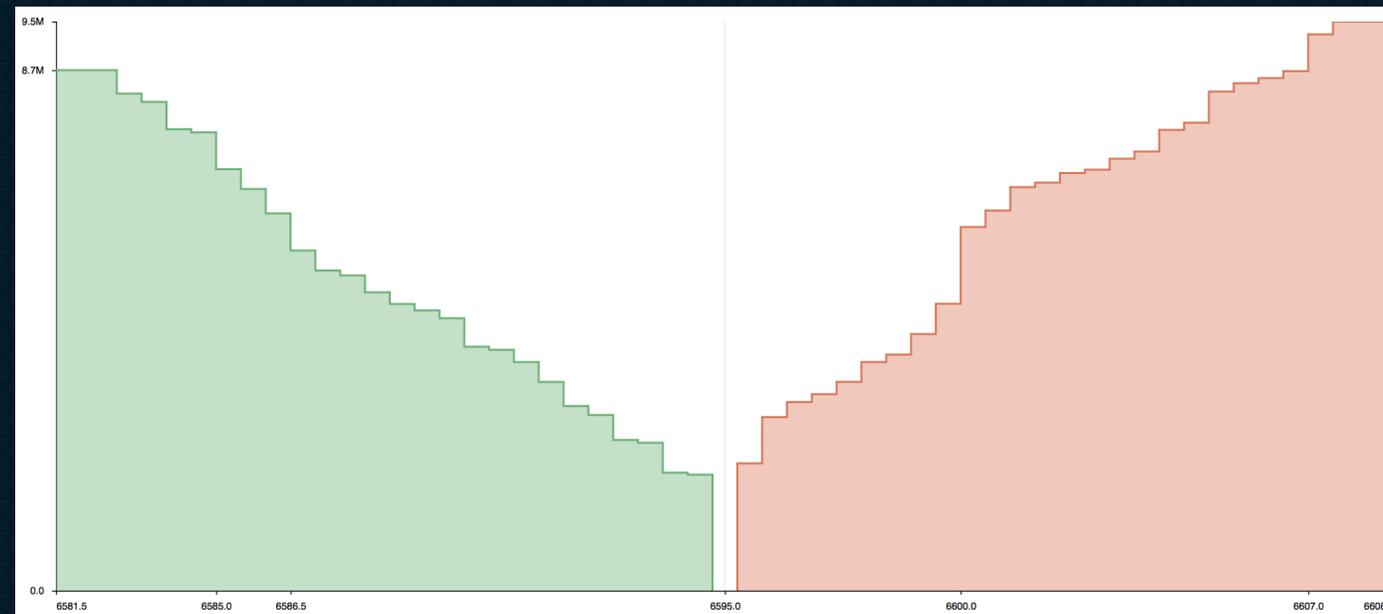
Gráfica de Velas de AAPL en tradingview.com



Subasta Continua: *Book*

Book: registro de órdenes abiertas

- **Level 1:** sólo mejor postura de compra y de venta, indica el *spread*
- **Level 2:** muestra las N mejores posturas, indica la profundidad de mercado y liquidez



Eje X - Precio
Eje Y - Volumen en las posturas abiertas

Preguntas

5 minutos de preguntas sobre
Sección 1: Mercados Electrónicos.

Ejecución Electrónica de Órdenes

procesamiento de órdenes en los mercados

Tipos de Órdenes

Limitada

especifica un precio y volumen e intenta cruzarse con una postura existente.
si no se cruza, se mantiene abierta en el libro.

Mercado

no especifica precio, únicamente volumen.
se cruza al precio de la mejor postura del libro.

Orden y Procesamiento de Eventos

Cada **orden** (instrucción) se procesa **secuencialmente** dentro de un *tick* de mercado, el cual puede generar múltiples **eventos** o hechos.

Operación secuencial en modo *Queue*: First In / First Out (FIFO)

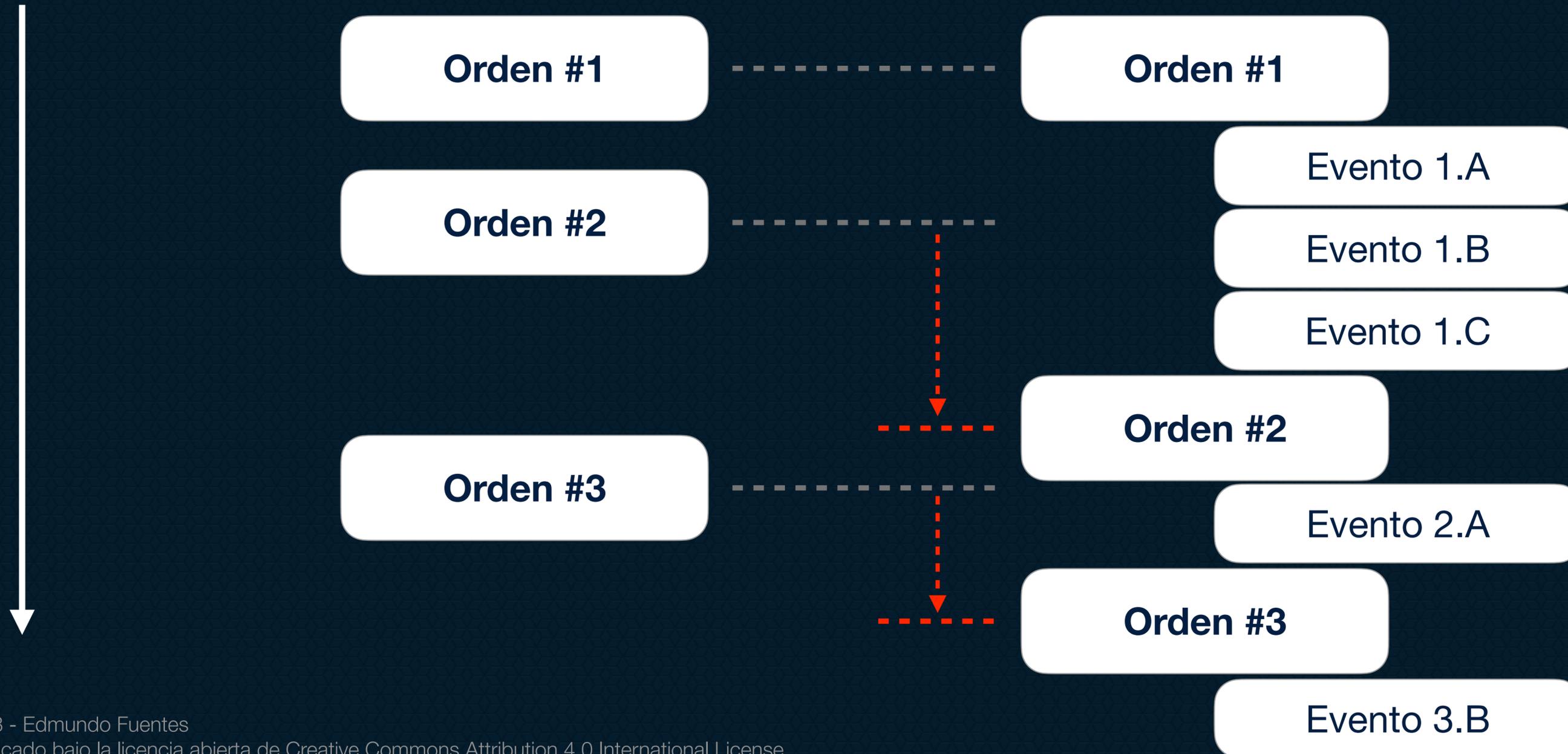
Debido a que la forma de procesar órdenes es tan crítica para la ejecución, todo esto se encuentra documentado con gran detalle técnico dentro de los manuales y reglamentos de las bolsas.

De Órdenes a Eventos

Tiempo

Recepción de Órdenes

Ejecución de Órdenes



Latencia

Tiempo de rezago entre la generación y la recepción de información.

Fuentes de Latencia:

1. **Procesamiento:** tiempo de cómputo requerido para generar la información
2. **Transmisión:** tiempo en el cual *viaja* la información de un sitio a otro

Efectos en el Mercado

El mercado se compone de *todos* los participantes.

Es imposible *operar* en el mercado sin *afectar* el mercado.

Entre más grandes sean las operaciones, mayor será el efecto.

Teoría de juegos.

¿Cómo ejecuto lo que estoy viendo?

Reto principal: asegurar la ejecución de la operación.

- Efectos del encolamiento y procesamiento de las órdenes
- Efectos por latencia en la comunicación
- Efectos de mi misma participación en el mercado

Órdenes Avanzadas

Ejemplos de órdenes avanzadas:

stop-loss

icebergs (órdenes ocultas)

limitada con timeout

Ejecutar una orden tiene otro gran beneficio además de la rentabilidad financiera de la operación: *descubrir información del mercado.*

Preguntas

5 minutos de preguntas sobre
Sección 2: Ejecución Electrónica de Órdenes.

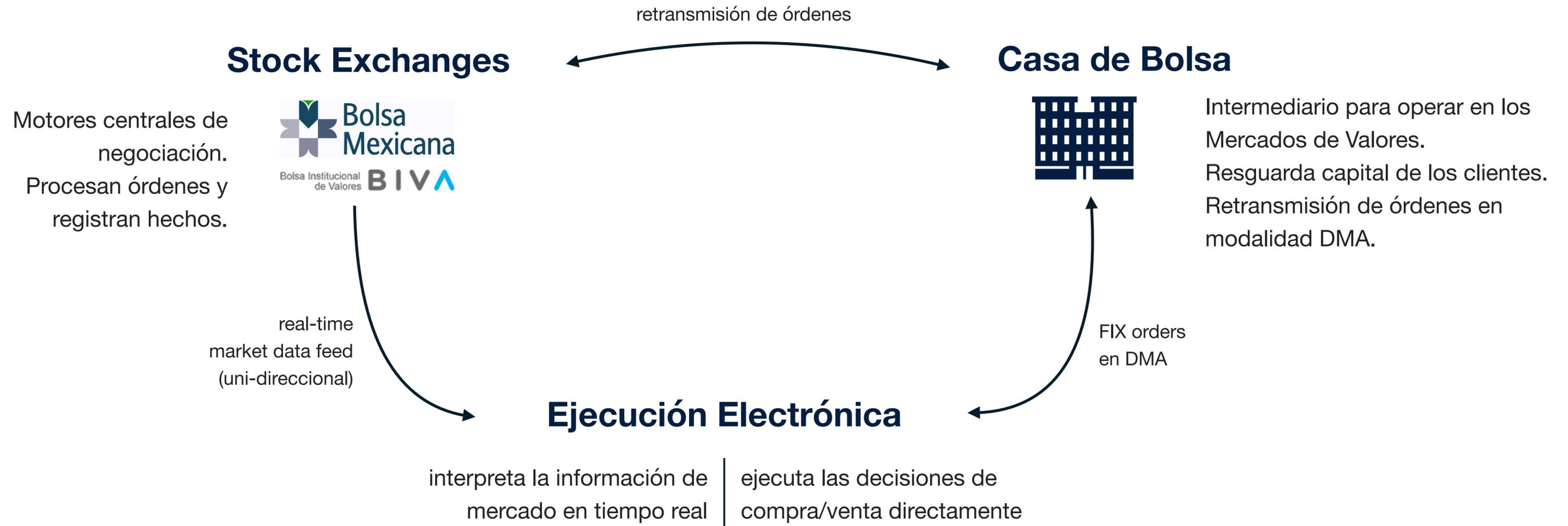
Bolsas Mexicanas

características de los mercados electrónicos en México

Participantes en México

- **CNBV** (Comisión Nacional Bancaria y de Valores) – regula el mercado
- **Indeval** (S.D. Indeval Institución para el Depósito de Valores SA de CV) – depósito central de valores
- **Bolsas** (BMV y BIVA) – mantienen el mercado
- **Casas de Bolsa** – intermediarios en el mercado (31 casas de bolsa en 2022)
- **Emisoras** – empresas listadas
- **Público Inversionista** – retail, fondos de inversión, AFOREs, etc.

Modelo de Operación



DMA: Direct Market Access

FIX: Financial Information eXchange protocol

Registro de Valores

La compraventa de acciones “tradicional” requiere actas de asamblea, notarios, papelería, etc. Para los mercados electrónicos, no son factibles estos procesos.

¿Porqué existe el Indeval? Indeval provee servicios de custodia, administración, compensación y liquidación de valores.

Comisiones

Comisiones por *Transacción* en México:

- Comisión Indeval: estimado ~4bp
- Cuenta de inversión retail: 40~50bp
- Cuenta de inversión profesional: 15bp
- Comisión mínima teórica: 5bp

Asumiendo 15bp en una operación:

+ 15bp a la compra

+ 15bp a la venta

= 30bp por operación

Una operación de \$10,000.00 a 15bp ocasiona \$30.00 de comisiones.

Tecnología en México

	BMV	BIVA
Engine	MoNeT Motor de Negociación Transaccional, propietario	Nasdaq Engine bajo licencia
Market Data	Multicast UDP propietario	X-Stream ITCH licencia de Nasdaq
Flujo de Órdenes	FIX v4.2 / v4.4 Financial Information eXchange	OUCH licencia de Nasdaq

Data centers en Co-locación: KIO Networks, Fase 5/6, Santa Fé, CDMX.

Preguntas

5 minutos de preguntas sobre
Sección 3: Bolsas Mexicanas.

Trading Algorítmico

estrategias de inversión totalmente automatizadas

¿Qué es un Algoritmo?

Diccionario de la Real Academia Española:

1. m. Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Algoritmo = instrucciones o procedimiento

Algoritmo \neq computadora o programa

Proceso de Inversión

1

Decisión

interpretar información de mercado en tiempo real

2

Ejecución

colocar y monitorear órdenes de compra/venta en mercado

Tipos de Algoritmos

Humano 🧑

Algoritmo Computarizado 🤖

	Decisión	Ejecución
Trader Convencional	🧑	🧑
Herramientas de Ejecución Electrónica	🧑	🤖
Robo-Advisor	🤖	🧑
Trading Algorítmico	🤖	🤖

Horizonte de Inversión

6+ meses: largo plazo, basado en fundamentales

1-6 meses: mediano plazo, basado en fundamentales y sentimiento de mercado

1 semana: “swing” trading, basado en tendencias

intradía: basado en análisis técnico y condiciones de mercado en tiempo real

Tipos de Estrategias HFT (Intradía)

- A. Arbitraje:** aprovechar las imperfecciones del mercado
- B. Momentum:** identificar micro-tendencias en precios oportunamente
- C. Market Making:** crear posiciones con *spreads*

Precios y Tendencias

¿Cómo definir el “precio”?

- Último precio en los hechos
- Precio promedio de las últimas transacciones
- Precio ponderado promedio de las últimas transacciones

Considerar la ventana de tiempo de agrupación: 5m, 2m, 1m, 20s

Considerar Bid / Ask spread

Riesgos

Riesgo principal: velocidad de ejecución.

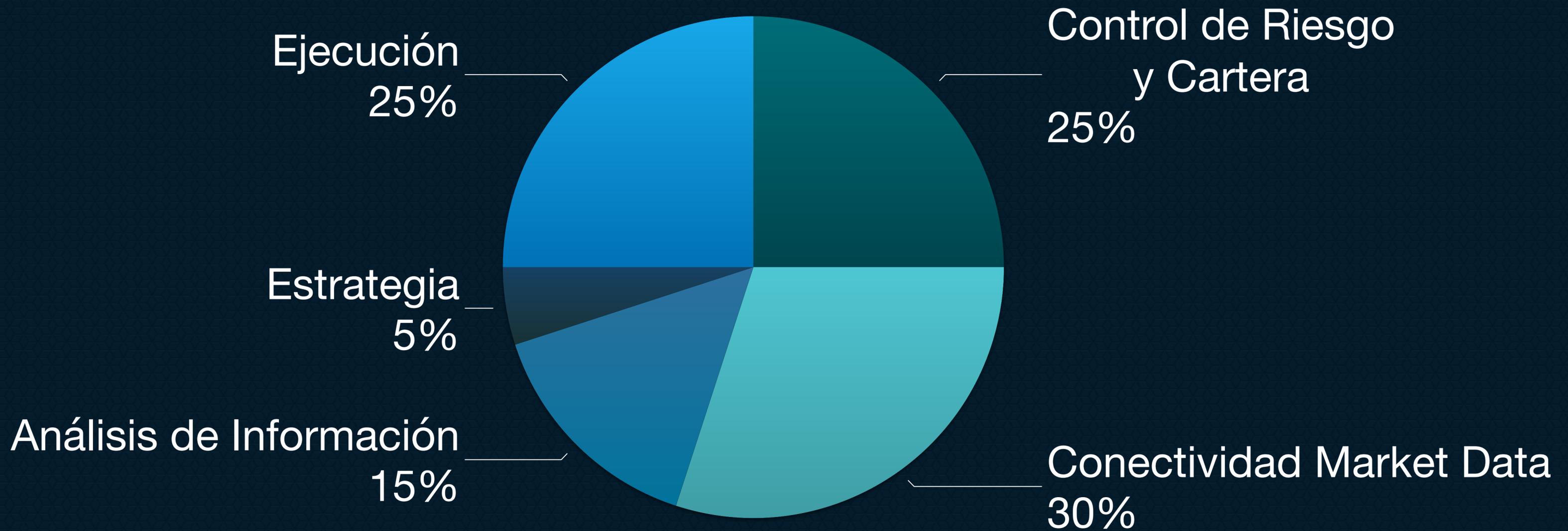
Tiempo promedio de ejecución de orden en mercado: 6ms

Tiempo de respuesta promedio de un humano a un estímulo visual: 250ms (42x)

Tiempo de respuesta promedio de un humano para identificar un error: 10s (1600x)

Riesgos secundarios: volatilidad, liquidez de salida.

Complejidad de Sistema



Evaluación de Estrategias

- **Oportunidad de Entrada:**
 - A. Esperar condiciones previamente evaluadas
 - B. Evaluar cada *tick* del mercado → señales
- **Risk/Reward Ratio:** Calcular las metas de salida
- **Win/Loss Ratio:** Determinar la probabilidad de éxito de la estrategia

Oportunidad de Entrada

¿Cuándo es la entrada más oportuna?

- **Muy pronto:** riesgo de falsas señales.
- **Muy tarde:** magnitud de *swings* menores, oportunidad de alcanzar la salida disminuye.

¿Cómo entrar?

- **Taker:** tomar una postura existente en libros. Tu decides cuando entrar, a menor margen.
- **Maker:** colocar una postura limitada en el libro. Tienes que esperar la entrada, a mayor margen.

Risk/Reward & Win/Loss Ratios

Ejemplo de cálculo

1% = 100bp (basis points)

Risk/Reward

Upside (Reward): +80bp

Downside (Risk): -20bp

Risk/Reward \Rightarrow 1:4

Win/Loss Ratio

Wins 4 de cada 10

40% win rate

Win/Loss Ratio \Rightarrow 4:6

Expectativa de Rentabilidad:

$$80 \times (40\%) - 20 \times (60\%) = 32 - 12 = \mathbf{+20bp}$$

Comisiones

*Mismo ejemplo de cálculo, considerando comisiones de **15bp** por transacción*

Upside (Reward): $+80\text{bp} - 30\text{bp} = +50\text{bp}$

Downside (Risk): $-20\text{bp} - 30\text{bp} = -50\text{bp}$

Risk/Reward: 1:1

Same Win Rate (40%)

Expectativa de Rentabilidad:

Sin comisiones: $80 \times (40\%) - 20 \times (60\%) = 32 - 12 = \mathbf{+20\text{bp}}$

Con comisiones: $50 \times (40\%) - 50 \times (60\%) = 20 - 30 = \mathbf{-10\text{bp}}$

Testing

- A. **Back-testing:** ejecutar estrategias contra archivo histórico
- B. **Paper trading:** ejecutar estrategia en tiempo real, *simulado* la compra y venta
- C. **Real world pilot testing:** ejecutar estrategia en mercado real, con capital limitado

Preguntas

5 minutos de preguntas sobre
Sección 4: Trading Algorítmico.

Trading Algorítmico y Ejecución Electrónica en México

Edmundo Fuentes

efuentes@angle.mx

+52 (81) 1040 3681

Presentada originalmente para:
Bulls & Bears, ITESM Monterrey
10/Marzo/2021 18:00 hrs

Segunda revisión para:
“Ciencia de Datos Aplicada en Finanzas”
Maestría en Finanzas
EGADE Business School
9/Marzo/2023 18:30 hrs.