

# 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](http://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.

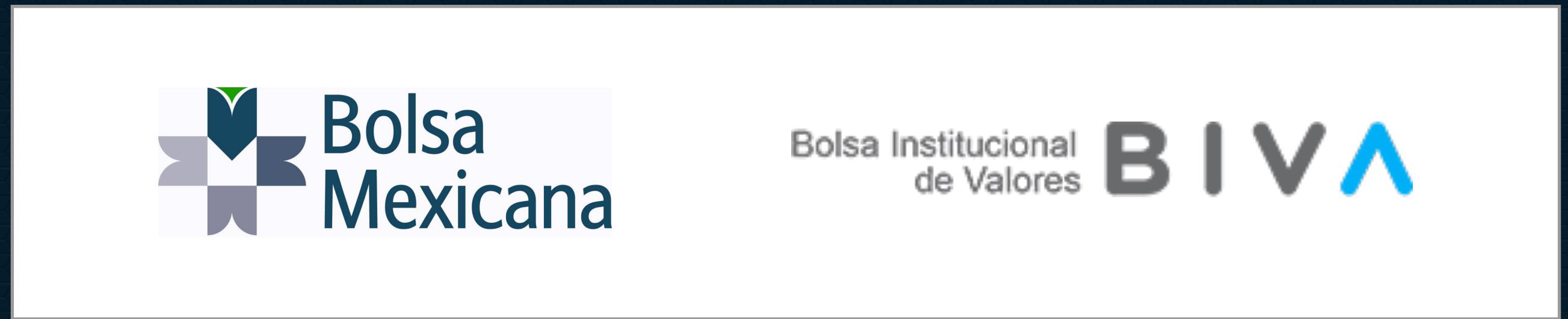
# Mercados Electrónicos

---

- El objetivo de un mercado es facilitar, agilizar y eficientizar 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:

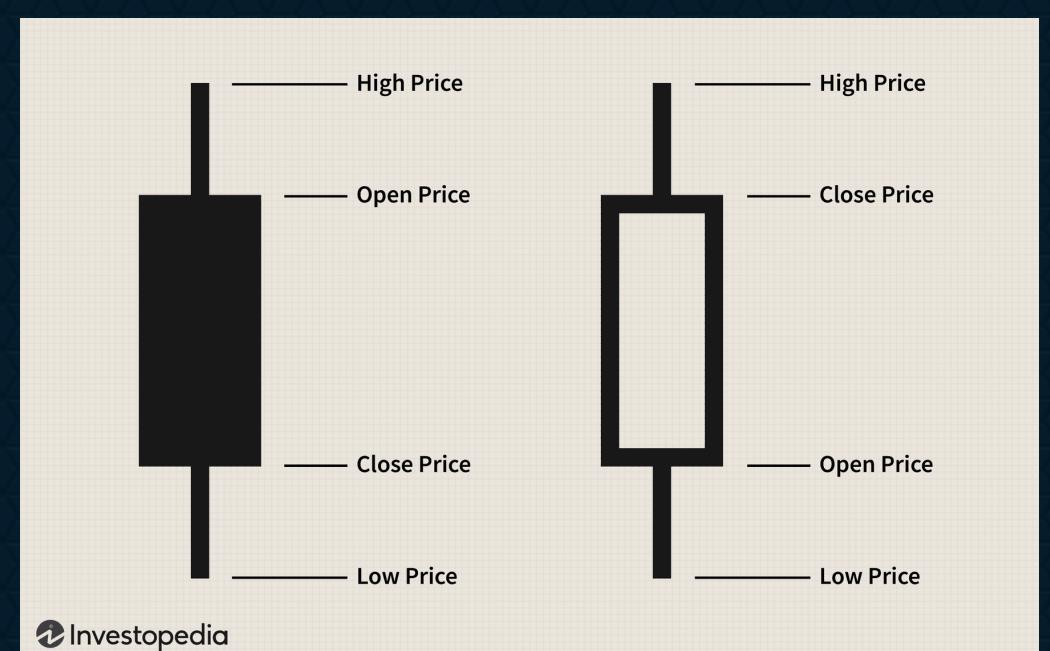
- **Tape:** registro histórico de los hechos (transacciones) del mercado
- **Book:** registro en tiempo real de las posturas abiertas de compra y de venta

# 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.

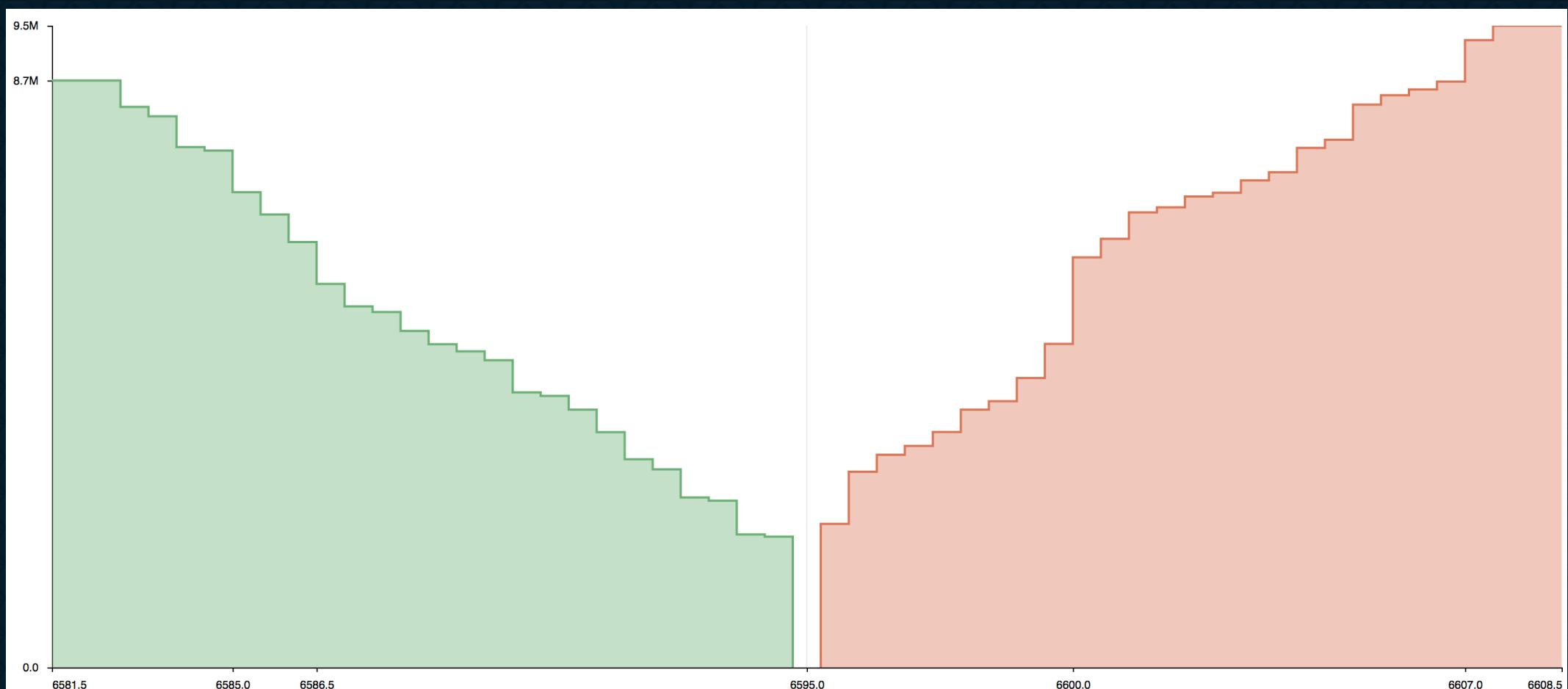
Gráfica de Velas de AAPL en tradingview.com



# 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



# 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

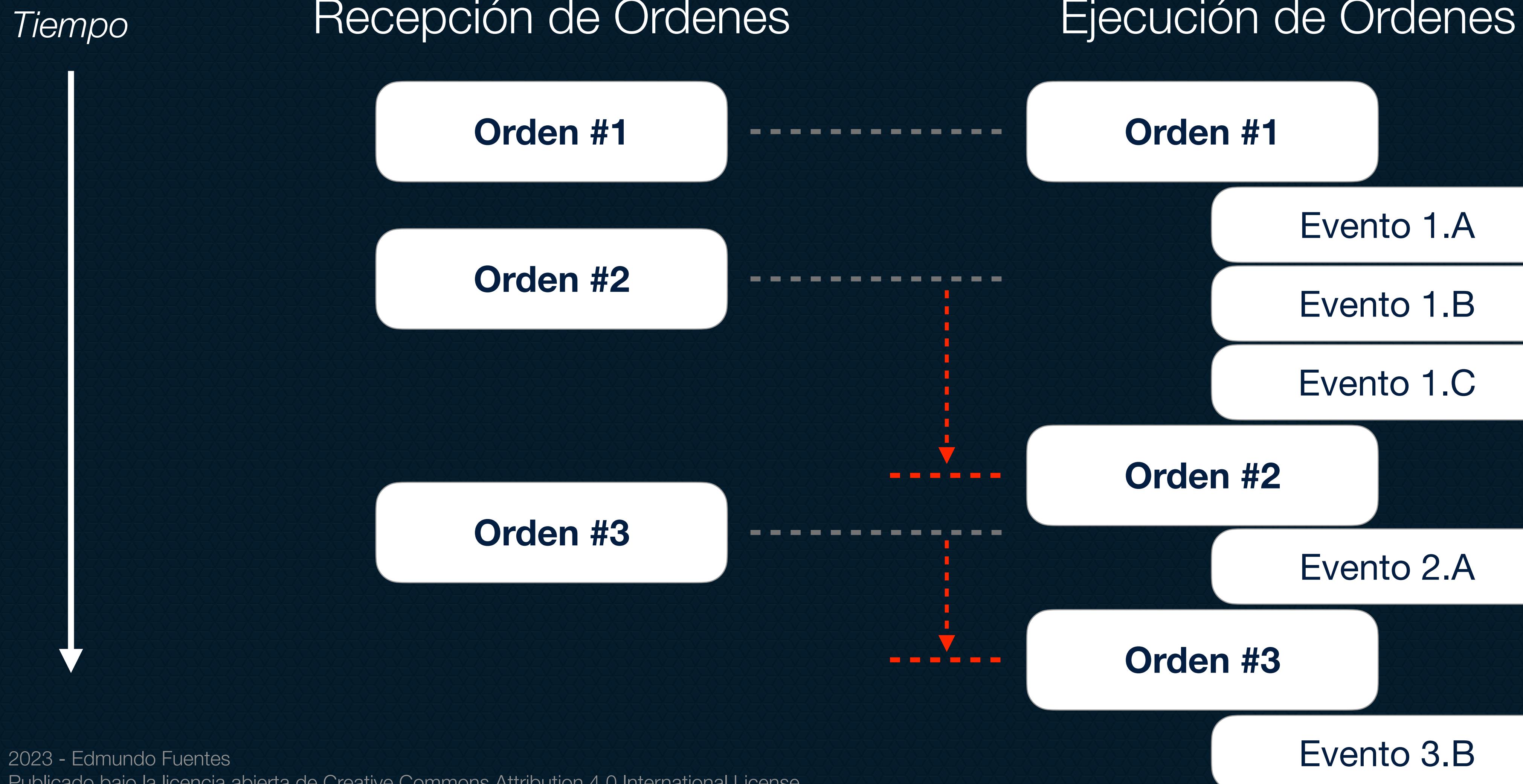
---

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



# 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

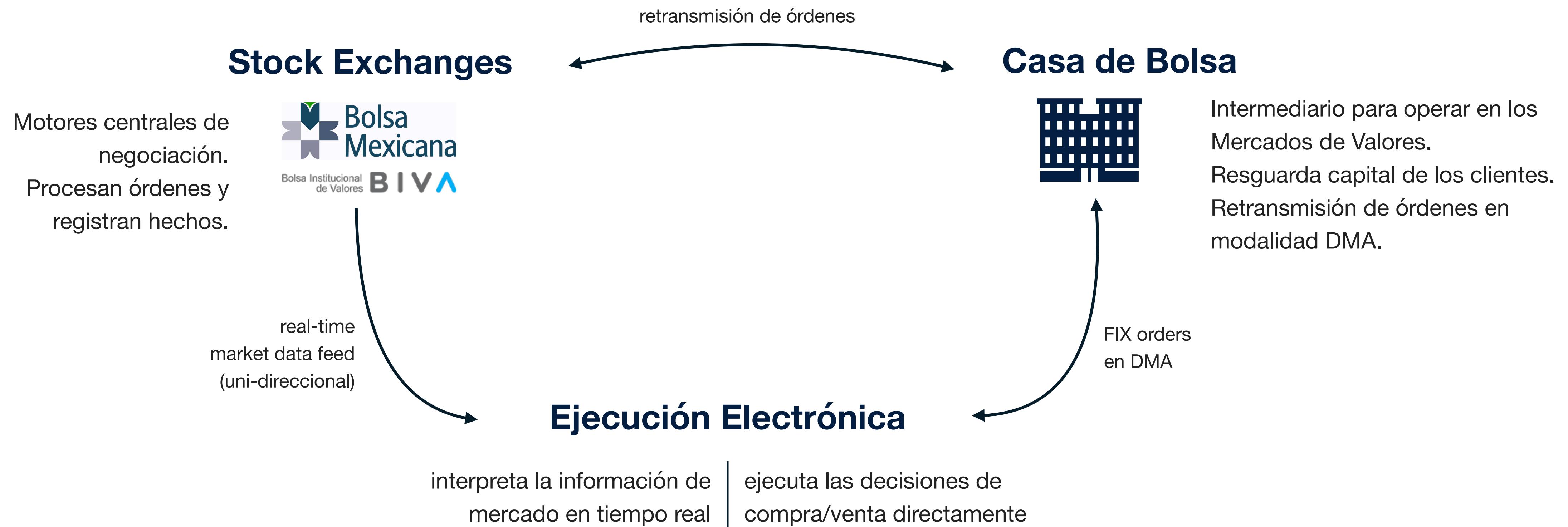
características de los mercados electrónicos en México

# 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:

$$\begin{aligned} &+ 15\text{bp a la compra} \\ &+ 15\text{bp a la venta} \\ &= 30\text{bp por operación} \end{aligned}$$

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 ≠ 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

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.**

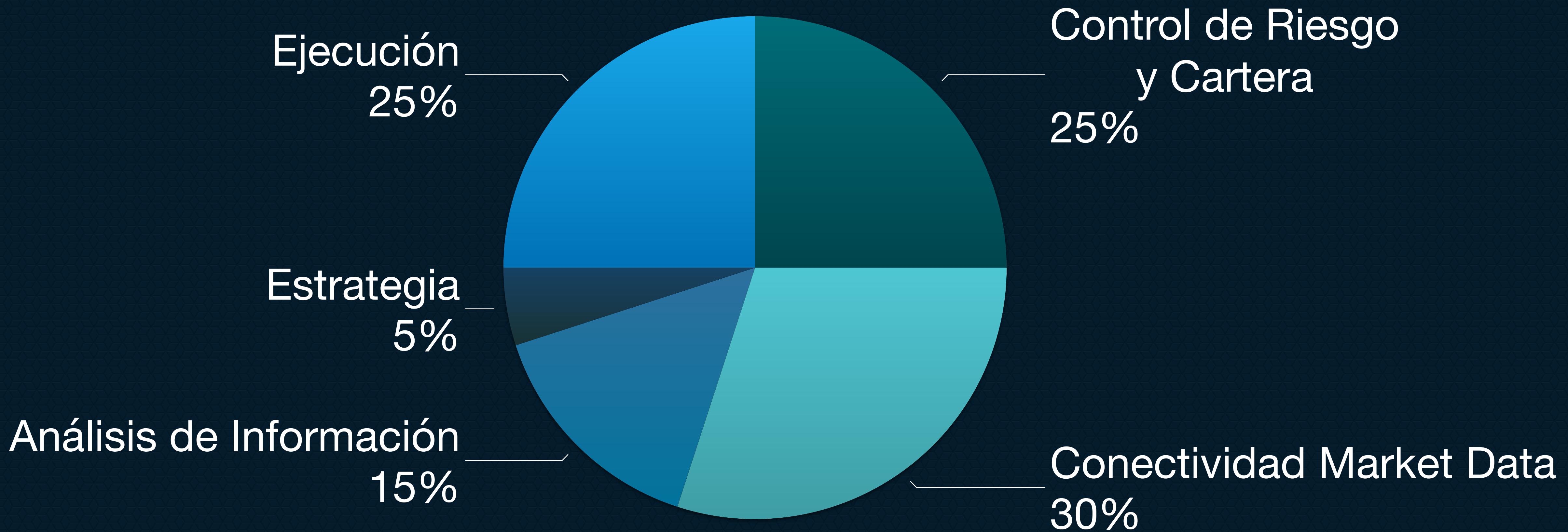
Tiempo promedio de ejecución de orden en mercado: 6ms

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:

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

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

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

# 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](mailto: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.