



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**

Economía

Facultad de Economía y Finanzas

**ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN EN APUESTAS DEPORTIVAS:
ANÁLISIS SOBRE VALUE BETTING Y ARBITRAGE BETTING**

**Trabajo de Suficiencia Profesional
presentado para optar al Título Profesional de
Licenciado en Economía / Licenciado en Finanzas**

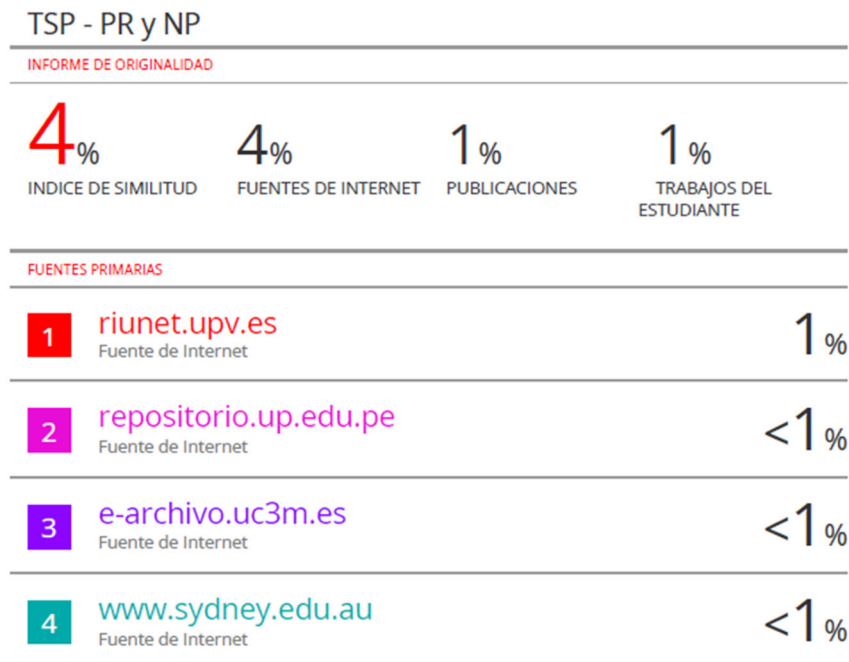
**Presentado por
Piero Andree Rivas Carlos
Neil Porrás Rivera**

Lima, febrero 2025



REPORTE DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ANTIPLAGIO
FACULTAD DE ECONOMÍA Y FINANZAS

A través del presente, la Facultad de Economía y Finanzas deja constancia de que el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado *Estrategias de Inversión en Apuestas Deportivas: Análisis sobre Value Betting y Arbitrage Betting* presentado por NEIL PORRAS RIVERA, identificado con DNI N° 73187986, y PIERO ANDREE RIVAS CARLOS, identificado con DNI N° 70824986, para optar al Título Profesional de Licenciado en Finanzas y Licenciado en Economía, respectivamente, fue sometido al análisis del sistema antiplagio Turnitin el 14 de febrero de 2025. El siguiente fue el resultado obtenido:



De acuerdo con la política vigente, el porcentaje obtenido de similitud con otras fuentes se encuentra dentro de los márgenes permitidos.

Se emite el presente documento para los fines estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Economía y Finanzas.

Lima, 16 de abril de 2024.



Juan Francisco Castro
Decano
Facultad de Economía y Finanzas

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Elementos clave del mercado de apuestas deportivas.....	3
1.1.1 Apuesta Deportiva	3
1.1.2 La probabilidad real de un evento deportivo.....	3
1.1.3 Cuotas, la ganancia y la pérdida	3
1.1.4 Probabilidad implícita.....	5
1.1.5 Overround y Márgen Total	5
1.2 Actores principales del mercado de apuestas deportivas	8
1.2.1 Apostadores.....	8
1.2.2 Bookmakers y Betting Exchanges	9
1.3 Medidas de Rentabilidad en el mercado de apuestas deportivas	12
1.3.1 Valor Esperado (EV).....	12
1.3.2 Retorno sobre inversión (ROI).....	12
1.3.3 Rentabilidad.....	13
1.3.4 Yield	14
1.4 Gestión de riesgo en el mercado de apuestas deportivas	14
1.4.1 Encontrar valor o ventaja en cada apuesta a realizar	15
1.4.2 Encontrar el tamaño óptimo en cada apuesta a realizar	15
1.4.3 Coberturas en las apuestas deportivas	17
1.4.4 Establecer un límite pérdidas	18
1.5 Value Betting	18
1.5.1 La cuota de oro: La Teoría del Valor en Línea de Cierre (CLVT) de Pinnacle	18

1.5.2 De tirano a observador: La varianza o suerte y su influencia en el corto plazo	19
1.6 Arbitrage Betting.....	23
EVIDENCIA EMPÍRICA	25
2.1 Value Betting	25
2.1.1 ChasingSteamers	25
2.1.2 WinnerOdds Tennis	30
2.2 Arbitrage Betting.....	34
2.2.1 Implementación de la estrategia.....	34
2.2.2 Existencia de las oportunidades de arbitraje en los mercados deportivos y rentabilidad	36
2.2.3 Factores que afectan la rentabilidad al implementar la estrategia.....	36
2.2.4 Eficiencia Informacional del Mercado de Apuestas Deportivas y la estrategia Arbitrage Betting.....	39
2.2.5 Limitaciones y riesgos de la estrategia de Arbitrage Betting	40
CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticas descriptivas principales de una muestra de 35 apuestas de ChasingSteamers.....	20
Tabla 2. Estadísticas de rendimiento esperado de una muestra de 35 apuestas de ChasingSteamers.....	21
Tabla 3. Tamaño mínimo de muestra para reducir la influencia de la suerte sobre los resultados del modelo en función al yield y precio promedio ponderado.....	23
Tabla 4. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024).....	25
Tabla 5. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de ChasingSteamers por cuartiles de precios (febrero-abril 2024).....	26
Tabla 6. Estadísticas del drawdown máximo para una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024).....	28
Tabla 7. Estadísticas de la distribución del drawdown máximo recuperada mediante simulaciones de Montecarlo con los estimadores principales de una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024).....	29
Tabla 8. Indicadores de prueba de hipótesis de significancia del yield y de rendimiento para ChasingSteamers.....	29
Tabla 9. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024).....	30
Tabla 10. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis por cuartiles de precios (febrero-abril 2024).....	31
Tabla 11. Estadísticas del drawdown máximo para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024).....	33
Tabla 12. Estadísticas de la distribución del drawdown máximo recuperada mediante simulaciones de Montecarlo con los estimadores principales de una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024).....	34
Tabla 13. Indicadores de prueba de hipótesis de significancia del yield y de rendimiento para WinnerOdds Tennis.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del precio y límites de apuesta para el evento “Estados Unidos gana a Serbia” por la fase de grupos del basquetbol masculino París 2024.....	18
Figura 2. Resultados y precios de una muestra de apuesta obtenida mediante la herramienta ChasingSteamers.....	20

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el mundo de las apuestas ha experimentado un crecimiento exponencial, impulsado por la digitalización y la accesibilidad global a plataformas de juego en línea. Según un informe de Spherical Insights (2024), el mercado global de apuestas deportivas alcanzó un valor de más de 84 mil millones de dólares en 2023, y se espera que continúe expandiéndose a una tasa anual del 6.85% hasta el 2033. Este auge ha atraído a millones de personas que ven en las apuestas no solo una forma de entretenimiento, sino también una posible fuente de ingresos. Sin embargo, la percepción generalizada es que las apuestas son un juego de azar en el que la casa siempre gana, lo que lleva a muchos a cuestionar si es posible obtener ganancias consistentes en este ámbito.

A pesar de esta creencia, existen estrategias que, cuando se aplican de manera disciplinada y sistemática, pueden aumentar las probabilidades de éxito. Entre estas destacan el Value Betting y el Arbitrage Betting, dos enfoques que han ganado popularidad entre apostadores experimentados. El Value Betting se basa en identificar cuotas que subestiman la probabilidad real de un evento, mientras que el Arbitrage Betting consiste en aprovechar diferencias en cuotas ofrecidas por distintas casas de apuestas para garantizar una ganancia independientemente del resultado. Estas estrategias, aunque requieren un análisis riguroso y una ejecución precisa, han demostrado ser efectivas en ciertos contextos, especialmente cuando se aplican con un enfoque matemático (Snowberg & Wolfers, 2010).

No obstante, el mundo de las apuestas no está exento de desafíos. La volatilidad de los resultados es uno de los principales obstáculos, ya que incluso las estrategias mejor planificadas pueden verse afectadas por situaciones impredecibles. Además, la intensa competencia entre casas de apuestas ha llevado a un ajuste en los márgenes de ganancia y a una mayor sofisticación en la fijación de cuotas, lo que limita las oportunidades para los apostadores. Por último, las casas han implementado medidas para limitar a los jugadores ganadores, como restricciones en montos de apuesta y cierres de cuentas, lo que representa un obstáculo adicional para quienes aplican estrategias avanzadas. Estos factores combinados hacen que obtener ganancias de manera consistente sea una tarea compleja, aunque no inalcanzable.

El objetivo de este trabajo es evaluar si las apuestas deportivas pueden considerarse una alternativa de inversión rentable a largo plazo, centrándose en la aplicación de estrategias como el Value Betting y el Arbitrage Betting. La hipótesis principal es que, a pesar de la percepción

generalizada de que las apuestas son un juego de azar dominado por la casa, es posible obtener ganancias consistentes mediante la aplicación disciplinada de estas estrategias.

Este documento se estructura en cuatro partes principales. En primer lugar, se redacta la introducción, donde se contextualiza el tema y se plantean los desafíos, así como se expone el objetivo, la hipótesis y la estructura del trabajo. En segundo lugar, se presenta el marco teórico, donde se desarrollan los conceptos fundamentales para la comprensión del Value Betting y Arbitrage Betting, y se exploran las teorías que sustentan su efectividad. En tercer lugar, se analiza la evidencia empírica disponible, examinando ejemplos de modelos reales que aplican estas estrategias. Finalmente, se presentarán las conclusiones y recomendaciones, ofreciendo una visión integral sobre la viabilidad de ganar utilizando estas estrategias.

MARCO TEÓRICO

1.1 Elementos clave del mercado de apuestas deportivas

1.1.1 Apuesta Deportiva

Una apuesta deportiva es un acto en el que una persona estima el resultado de un evento deportivo y coloca una cantidad de dinero sobre esa estimación. Si la estimación se concreta, la persona gana la apuesta y obtiene una ganancia, que suele ser proporcional a la cuota de mercado ofrecida por el bookmaker o contraparte. Si la predicción es incorrecta, pierde la colocación de la apuesta. Miller y Davidow (2010) señalan que las apuestas son un juego multijugador en las que, si juegas mejor que otros apostadores y que los analistas de las bookmakers, es posible obtener un retorno de inversión.

1.1.2 La probabilidad real de un evento deportivo

Si bien es sencillo conocer la probabilidad real de obtener cara al lanzar una moneda (que es 0.5), estimar la probabilidad real de los resultados de un evento deportivo no es tan simple. Los resultados asociados a un evento deportivo solo pueden ser estimados en función del desempeño histórico de un equipo o jugadores, asimismo, se incorporan factores futuros que pueden influenciar en el resultado del evento deportivo¹.

En tal sentido, la probabilidad real, PR_i , es una probabilidad esperada en sí misma asociada a cada resultado i de un evento deportivo, más que una probabilidad calculada exacta. Buchdahl (2016a) sostiene que cada bookmaker cuenta con su propia opinión sobre cuál es las probabilidades reales para los resultados de un evento deportivo, Si el cálculo está alejado de la realidad, los apostadores pueden obtener beneficios a partir de estos errores.

1.1.3 Cuotas, la ganancia y la pérdida

a) La cuota justa

La cuota justa CJ_i es la cuota que refleja la probabilidad real estimada por el bookmaker o por el apostador profesional asociado al resultado i de un evento deportivo. Esta cuota justa no incorpora ningún sesgo de apostadores ni manipulación de los bookmakers. La cuota justa CJ_i es la inversa de la probabilidad real P_i :

$$CJ_i = \frac{1}{PR_i}$$

¹ Condición física y mental de los jugadores, lesiones, decisiones tácticas, condiciones meteorológicas, errores humanos, etc.

Buchdahl (2016a) menciona que la cuota justa permite a los bookmakers contar con un punto de referencia para manipular la cuota de mercado para obtener beneficios, ya sea cargándole el margen, o sesgándola². La cuota que los bookmakers ofrecen a los apostadores para el resultado i de un evento deportivo, es la cuota de mercado C_i ³. Por el otro lado, las cuotas justas permiten a los apostadores profesionales verificar si colocando apuestas a las cuotas de mercado disponibles para un evento deportivo pueden obtener beneficios consistentes en el largo plazo.

b) **La cuota de mercado**

El apostador cuando va a colocar una apuesta por un posible resultado de un evento lo que observa son las cuotas de mercado asociadas a los posibles resultados de un evento deportivo. Sea C_i la cuota asociada al resultado i de un evento deportivo, GB_i es la ganancia bruta del apostador por cada unidad monetaria colocada de concretarse el resultado i (en cualquier otro resultado, la unidad monetaria colocada será perdida por el apostador).

Miller y Davidow (2010) añaden que la cuota de mercado también representa una relación entre riesgo y retorno. Entre menos probable se asuma que sea el resultado i de un evento deportivo, el apostador espera una cuota C_i mayor en compensación.

c) **La ganancia y la pérdida**

En tal sentido, sea un evento deportivo, si el apostador coloca A_i unidades monetarias asociado a la cuota C_i , la ganancia bruta, de darse el resultado i , se expresa de la forma siguiente:

$$GB_i = C_i \times A_i$$

Donde:

GB_i : Ganancia bruta total si se da el resultado i

A_i : Unidades monetarias apostadas por el resultado i

C_i : Ganancia bruta por unidad monetaria apostada por el resultado i .

Por otro lado, la ganancia neta, de darse el resultado i , puede ser expresada de la manera siguiente en función de la cuota de mercado:

² Si existe un volumen de apuestas demasiado elevado por un resultado, el bookmaker sesga su cuota hacia abajo para desincentivar las apuestas por ese resultado.

³ A lo largo del documento cuando nos referimos a cuota esta debe entenderse en su formato decimal.

$$GN_i = (C_i - 1) \times A_i$$

Donde:

GN_i : Ganancia neta total si se da el resultado i

A_i : Unidades monetarias apostadas por el resultado i

$(C_i - 1)$: Ganancia neta por unidad monetaria apostada por el resultado i .

La pérdida que afronta el apostador es el total de unidades monetarias apostados de no darse el resultado i , es decir, A_i .

1.1.4 Probabilidad implícita

Un apostador puede estimar la probabilidad implícita del resultado i de un evento deportivo se concrete a partir de las cuotas que encuentre en el mercado. Franck, Verbeek y Nüesch (2011) señalan que la probabilidad implícita P_i se aproxima como la inversa de la cuota de mercado C_i .

$$P_i \approx \frac{1}{C_i}$$

Donde

$$0 < P_i < 1$$

C_i : Ganancia bruta por unidad Monetaria apostada por el resultado i .

$$C_i > 1$$

Se observa que existe una relación entre riesgo y retorno: Para alcanzar cuotas elevadas(bajas), es decir, mayores(menores) ganancias brutas por unidad monetaria apostada, debemos asumir probabilidades de ocurrencia de un resultado bajas (altas).

Se dicen que la probabilidad implícita P_i es una estimación porque en los encuentros deportivos son inherentemente impredecibles debido a que los resultados son afectados por muchos factores no previsible.

1.1.5 Overround y Márgen Total

a) Overround

Buchdahl (2016a) menciona para mostrar el exceso de la suma total probabilidades implícitas respecto a las probabilidades reales. Permite a los apostadores saber qué tan ajustadas están las probabilidades para beneficiar al bookmaker, es decir, le permite identificar bookmaker más justos, e identificar qué bookmakers ofrecen cuotas que provengan de probabilidades reales.

$$\text{Overround} = \left(\sum_{i=1}^n P_i \right) - \left(\sum_{i=1}^n PR_i \right) = \left(\sum_{i=1}^n P_i \right) - 1$$

P_i : Probabilidad implícita del resultado i .

$$0 < P_i < 1$$

PR_i : Probabilidad real del resultado i .

$$0 < PR_i < 1$$

b) Margen Total

El margen total es el porcentaje de ganancia total que los bookmakers distribuyen en todas las cuotas de mercado de los resultados asociados a un evento deportivo. Esta ganancia les permite cubrir sus costos operativos y obtener un beneficio en el largo plazo, independientemente de los resultados de cada encuentro deportivo, es decir, sin riesgo. Winston (2009) afirma que los bookmaker cargan el margen a cada cuota de mercado C_i , de tal manera que la suma de las probabilidades implícitas de los resultados de un evento sea mayor a 1. El margen se calcula de la forma siguiente:

$$M = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \right) - 1 = \left(\sum_{i=1}^n P_i \right) - 1 > 0$$

C_i : Ganancia bruta por unidad Monetaria apostada por el resultado i .

$$C_i > 1$$

P_i : Probabilidad implícita del resultado i .

$$0 < P_i < 1$$

n : Número de resultados posibles del evento deportivo

Buchdahl (2017) ha advertido que el margen total no se aplica de manera uniforme sobre todos los resultados debido al **favourite-longshot bias**. Este sesgo se refiere a que los apostadores tienden a colocar apuestas en resultados poco probables (longshots) porque están asociados a mayores cuotas, mientras que apuestan menos en resultados muy probables (favoritos) pues están asociados a cuotas bajas. En línea con este sesgo, los bookmakers entonces establecen márgenes diferenciados, asignando mayor margen dentro de las cuotas de los longshots y menor margen en las cuotas de los favoritos.

A continuación, presentamos dos de los principales métodos que utilizan apostadores profesionales para remover el margen que cargan los bookmakers a cada cuota.

❖ Margen proporcional a las cuotas

Este método asume que el margen aplicado a cada resultado es proporcional a las cuotas ofrecidas. En tal sentido, los resultados con cuotas más altas incorporan un margen

mayor en comparación con los resultados con cuotas más bajos, teniendo en cuenta así el favourite–longshot bias.

La fórmula general para calcular el margen aplicado a un resultado específico es

$$M_i = \frac{M \times C_{b,i}}{n} \dots (1)$$

Donde M es el margen total de todos los resultados, $C_{b,i}$ es la cuota del i -ésimo resultado ofrecido por el b -ésimo bookmaker, y n es el número total de resultados posibles.

Para recuperar la cuota justa a partir la cuota de mercado que ofrece el bookmaker se utiliza la relación:

$$CJ_i = C_{b,i} \times (1 + M_i) \dots (2)$$

donde $CJ_{f,i}$ es la cuota justa del i -ésimo resultado y M_i es el margen aplicado al i -ésimo resultado, el cual se obtiene de la ecuación (1)

Tras combinar (1) y (2), se deriva la ecuación principal del método

$$CJ_i = \frac{n \times C_{b,i}}{n - M \times C_{b,i}}$$

Buchdahl (2017) ha demostrado como fortalezas de este método (i) su relativa facilidad para ser implementado computacionalmente y (ii) su alta precisión para estimar precios verdaderos.

❖ Método de la función logarítmica

Este método utiliza una función logarítmica para transformar las probabilidades reales estimadas de cada resultado $\left(\frac{1}{C_{J_1}}, \dots, \frac{1}{C_{J_n}}\right)$ en probabilidades implícitas ofrecidas por la casa $\left(\frac{1}{C_1}, \dots, \frac{1}{C_n}\right)$, las cuales, como vimos, incorporan un margen total $M = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}\right) -$

1. La ecuación fundamental de este método es

$$\left(\frac{1}{C_{J_1}}\right)^m + \dots + \left(\frac{1}{C_{J_n}}\right)^m = \frac{1}{C_1} + \dots + \frac{1}{C_n} = 1 + M$$

donde $m < 1$ y se debe cumplir que $\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_{J_n}} = 1$. La idea es que, para recuperar las cuotas justas, las cuotas más altas ofrecidas por la casa deben ajustarse más hacia arriba que las cuotas más bajas, respetando así al favourite–longshot bias.

$$\log_{\frac{1}{C_{J_1}}} \frac{1}{C_{b,1}} = \dots = \log_{\frac{1}{C_{J_n}}} \frac{1}{C_{b,n}} = m$$

El cálculo de m que ajusta correctamente las probabilidades al margen total especificado M requiere métodos iterativos computacionales.

Este método, acorde a lo que describieron Tversky & Kahneman (1979), se alinea con la teoría económica del riesgo y la utilidad, la cual sugiere que la percepción del valor de un resultado no es lineal. La función logarítmica captura esta relación, permitiendo que los apostadores evalúen mejor las diferencias entre precios altos y bajos.

1.2 Actores principales del mercado de apuestas deportivas

1.2.1 Apostadores

Los apostadores que participan en los mercados de apuestas deportivas pueden clasificarse de tres tipos: el apostador casual, el apostador profesional, y el arbitrador. A continuación, se describirá cada uno de ellos.

a) Apostador casual

Hausch y Ziemba (2008) ofrecen una descripción general sobre este tipo de apostador. Mencionan que es el tipo de apostador más común presente en el mercado de apuestas deportivas. Este apostador solo integra una pequeña parte del total de información disponible sobre los resultados de los eventos deportivos en los que apuesta. Se deja llevar por intuiciones o preferencias personales. La motivación de este apostador es el entretenimiento. Asume un alto riesgo, porque no emplea estrategia. Este apostador, no compara las cuotas de mercado con la cuota justa. Este grupo suele apostar por equipos poco favoritos porque ofrecen cuotas más altas que los favoritos, ello causa un sesgo de largo plazo favorable a las cuotas y retornos de equipos favoritos a los que apuestan menos.

b) Apostador profesional

Este apostador maneja información sobre los encuentros deportivos de varios tipos de fuentes, coloca apuestas con conocimiento específicos de los jugadores participantes de un equipo, incluso, algunos asisten presencialmente a los eventos deportivos, y

considera el desempeño histórico de equipos y variables que afectan los resultados de los encuentros deportivos. Asume un riesgo moderado, porque emplea estrategias para minimizar pérdidas. Buchdahl (2016A) añade que este tipo de apostador tiene la expectativa de generar beneficios consistentes en el largo plazo. Para ello, compara las cuotas de mercado con las cuotas justas: solo coloca apuestas en las que encuentre valor, es decir, en donde las cuotas de mercado paguen más que la cuota justa que el considere para un resultado específico de un evento deportivo. Este tipo de apostador no apuesta por los equipos longshots (poco favoritos), a menos que la cuota de mercado pague más que la cuota justa que estimen.

c) Apostador arbitrajista

Del mismo modo Hausch y Ziemba (2008) esbozan el perfil del apostador que realiza la estrategia de arbitrage betting (en adelante arbitrajista). Ellos lo detallan como el típico de agente de la teoría económica quien integra toda la información disponible y sólo intenta maximizar su retorno de su inversión sin otras consideraciones de utilidad y preferencias neutrales al riesgo. Como en otros mercados, los arbitrajistas son los agentes que impulsan los mercados hacia la eficiencia. Asume un riesgo muy bajo si aplica bien la estrategia. Este tipo de apostador tiene la expectativa de generar beneficios sin o con bajo riesgo, aunque pequeños por apuesta conjunta. Este apostador identifica rápidamente discrepancias entre cuotas de mercado de un evento deportivo y actúa sobre ellas, eliminando cualquier desviación de eficiencia. Al arbitrajista le es indiferente ganar un encuentro deportivo específico y más bien, este identifica en qué apuestas obtiene un mayor valor esperado en función de la divergencia que observe de cuotas entre bookmakers.

1.2.2 Bookmakers y Betting Exchanges

En el mercado de apuestas deportivas existen, principalmente, dos medios por los cuales los apostadores pueden colocar sus apuestas:

a) Bookmakers

Son las personas o negocios que se encargan de proveer cuotas de mercado para todos los posibles resultados de uno o más eventos deportivos. Buchdahl (2016A) menciona que, ellos se encargan de administrar y vender las probabilidades implícitas, estas proveen las líneas y cuotas al mercado para uno o más eventos deportivos a los apostadores. En la forma más general, los bookmakers pueden clasificarse en dos tipos:

❖ **Bookbalancer bookmaker**

La mayoría de bookmakers realizan ajuste continuo y dinámico de las cuotas de mercados antes y durante el evento deportivo. Ello para minimizar el riesgo asegurándose que las apuestas estén equilibradas entre los varios resultados de un evento. Moskowitz (2016) menciona que esto les permite obtener un beneficio positivo independientemente del resultado del evento, debido a que incluyen sus márgenes de beneficio entre las diferentes cuotas de mercado asociadas a un evento. Asimismo, Grant et al. (2018) señalan que, si los bookmakers no ajustaran sus cuotas, los apostadores profesionales y los arbitrajistas podrían realizar apuestas de valor y arbitraje fácilmente, lo que llevaría a la casa de apuestas a perder sistemáticamente dinero. debido a que los apostadores encontrarían cuotas de mercado mayores a las cuotas justas y discrepancias entre las cuotas de diferentes bookmakers, respectivamente. Del mismo modo, ajustan sus cuotas continuamente para ser más competitivos frente a otros bookmakers.

❖ **Position-taker Bookmaker**

Una minoría de bookmakers continúan con el enfoque tradicional de apuestas. Estas ofrecen unas cuotas de mercado atractivas en eventos populares y líquidos, sin embargo, cuotas de mercado menores (incorporan mayor margen), respecto a los bookbalancer bookmakers, en eventos no tan populares. Grant et al. (2018) mencionan que este tipo de bookmaker establece cuotas fijas de mercado previo al encuentro deportivo y no lo modifica durante su transcurso. Sigue un enfoque rígido y menos adaptable a la información del mercado. Al no equilibrar las apuestas, asumen un riesgo alto directamente, si un apostador gana apuestas, el bookmaker paga directamente de sus ganancias. Debido a que no ajustan sus cuotas, obtienen márgenes mayores, y menos costos operativos

b) Betting Exchanges

A diferencia de los bookmakers, estas no toman el lado contrario de las apuestas colocadas por los apostadores. Los apostadores pueden comerciar sus apuestas directamente a través de una plataforma en la que ellos mismos publican las cuotas de mercado a los que están dispuestos a apostar a favor o en contra a un resultado. Franck et al. (2011) menciona que, el proveedor de la plataforma, generalmente, cobra una comisión sobre las ganancias anuales. Croxson y Reade (2014) indican que, las cuotas de mercado a las que se comercia en la betting exchanges son más competitivas y dinámicas respecto a las cuotas de mercado ofrecidas por los bookmakers, las cuales cargan un margen dentro de cada cuota.

Cuadro 1: Comparación entre bookmakers y betting exchanges

Característica	Bookmakers		Betting Exchanges
	Position-takers	Book-balancers	
Medio de apuesta	Físico y online	Online	Online
Frecuencia de cambios en las cuotas de un evento	Baja a moderada, las cuotas se fijan y solo se ajustan ante cambios significativos	Moderada a alta, el bookmaker ajusta las cuotas en función de la demanda para equilibrar el mercado y no estar expuesto a pérdidas	Muy alta, las cuotas se ajustan según oferta y demanda de apostadores
Márgenes en las cuotas	Altos, incluyen margen de la casa para garantizar ganancias	Moderados, buscan equilibrar el mercado reduciendo exposición	Bajos, solo incluyen la comisión de la plataforma
Control de clientes	Medio, pueden limitar apuestas a apostadores profesionales y arbitrajistas	Alto, ajustan cuotas y pueden limitar o suspender a jugadores profesionales y arbitrajistas	Bajo, ya que solo actúan como intermediarios sin riesgo directo
Exposición a un resultado específico	Alta, ya que asumen riesgo directo si muchos apuestan por un mismo resultado	Baja, debido a que equilibran las apuestas para minimizar su exposición a un resultado	Nula, ya que los usuarios apuestan entre sí
Volumen de comercialización durante el encuentro deportivo	Depende de la popularidad del evento, pero es bajo por la estructura de cuotas fijas	Mayor que en position taker bookmaker, pero limitado por la necesidad de equilibrio en el volumen de apuestas	Muy alto, debido a que se comercia en tiempo real entre usuarios
Bonos y promociones	Bonos y promociones atractivas	Pocas promociones	Ninguna promoción

Los datos en esta tabla han sido adaptados de Grant, A., Oikonomidis, A., Bruce, A. C., & Johnson, J. E. V. (2018). New entry, strategic diversity and efficiency in soccer betting markets: The creation and suppression of arbitrage opportunities. Elaboración propia.

1.3 Medidas de Rentabilidad en el mercado de apuestas deportivas

La rentabilidad en las apuestas deportivas depende de la precisión con la que los apostadores estimen los resultados y las estrategias que emplean para gestionar su bankroll. Existen varios enfoques para calcular el éxito en el mercado de apuestas, pero los más utilizados son los modelos basados en el valor esperado EV, el retorno de inversión (ROI) y la rentabilidad.

Ramesh et al. (2019) menciona que es de suma importancia definir el retorno total pues la actividad de las apuestas deportivas difiere al del mercado financiero tradicional en el que puedes comparar tu desempeño individual con un benchmark. La falta de un benchmark impide que los apostadores tengan un punto de comparación claro sobre si su rentabilidad está alineada con una expectativa de mercado, lo que hace que la medida de su éxito dependa del crecimiento de su bankroll a través del tiempo.

1.3.1 Valor Esperado (EV)

Sea i un posible resultado de un evento deportivo, su valor esperado EV_i es una medida para que el apostador sepa cuánto es la ganancia neta estimada al apostar las unidades monetarias A_i por ese resultado. Se calcula de la siguiente manera

$$EV_i = A_i \times [PR_i \times (C_i - 1) - (1 - PR_i)]$$

Donde:

PR_i : Probabilidad real que el apostador estima tiene el resultado i

A_i : Unidades monetarias apostadas en el resultado i

C_i : Cuota de mercado o ganancia bruta por unidad monetaria asociada al resultado i

$(C_i - 1)$: Ganancia neta por unidad monetaria apostada por el resultado i .

$C_i > 1$

Según Thorp (1984), cuando $EV_i > 0$, hace sentido colocar una apuesta. En el caso que $EV_i = 0$, se dice que se está en una apuesta justa en el cual ni el apostador o su contraparte tiene ventaja o desventaja si $EV_i \leq 0$, el apostador no debe colocar apuestas debido a que no genera beneficios esperados en el largo plazo.

1.3.2 Retorno sobre inversión (ROI)

Sea n el total de apuestas que se realizan. El *bankroll apostado* es la porción del *bankroll* que se llega a colocar en apuestas deportivas, es decir:

$$\text{bankroll apostado} = \sum_{i=1}^n A_i$$

bankroll apostado \leq *bankroll*

Sea GN la ganancia neta total, expresada como la suma de las ganancias netas totales obtenidas al acertar k veces en el resultado de nuestras apuestas deportivas ($k \leq n$), la cual puede ser expresada en función de las cuotas de mercado de la forma siguiente:

$$GN = \left(\sum_{i=1}^k GN_i \right) = \left(\sum_{i=1}^k (C_i - 1) \times A_i \right)$$

Y la pérdida total (L) obtenida por errar $n - (k + 1)$ veces los resultados de las apuestas, es la suma de todas las apuestas erradas.

$$L = \left(\sum_{i=k+1}^n A_i \right)$$

El beneficio neto total (BN) de las n apuestas se calcula como la diferencia entre la ganancia neta total y la pérdida total de nuestras apuestas concretadas:

$$BN = GN - L$$

El ROI mide la rentabilidad de nuestras apuestas concretadas respecto al *bankroll apostado*, es decir, el retorno sobre la inversión del apostador. Se calcula de la manera siguiente:

$$ROI = \left(\frac{BN}{\text{bankroll apostado}} \right) \times 100\%$$

Miller y Davidow (2010) señalan que si el ROI es positivo, se dice que el apostador está ganando ese porcentaje respecto al *bankroll apostado*. Si es igual a 0, se encuentra en equilibrio, y el ROI es negativo, está perdiendo ese porcentaje respecto al *bankroll apostado*.

1.3.3 Rentabilidad

La rentabilidad mide qué tanto porcentaje se ganó o perdió al apostar respecto al total del *bankroll*. Si bien el cálculo es parecido al del ROI , difiere en que este si considera el *bankroll* total, haya sido o no colocado en apuestas. Manteniendo las definiciones mencionadas anteriormente, la rentabilidad se calcula de la forma siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \left(\frac{BN}{\text{bankroll}} \right) \times 100\%$$

Wong (2011) menciona que, si la *Rentabilidad* es positiva, se dice que el apostador está aumentando el tamaño de su *bankroll* en ese porcentaje. Si es igual a 0, está mantenido intacto su *bankroll*, y si el *ROI* es negativo, ha reducido el tamaño de su *bankroll* en ese porcentaje.

1.3.4 Yield

El Yield mide el rendimiento de una o un conjunto de apuestas realizadas en relación con el monto apostado total en ella(s). Si se desea evaluar el *Yield* de k apuestas realizadas, se calcula de la forma siguiente:

$$Yield = \left(\frac{\sum_{i=1}^k BN_i}{\sum_{i=1}^k A_i} \right) \times 100\%$$

$\sum_{i=1}^k BN_i$: Es la diferencia entre las Ganancias Netas y Pérdidas obtenidas, en suma, en k apuestas

$\sum_{i=1}^k A_i$: Las unidades monetarias totales apostadas en k apuestas

$$k \geq 1$$

Del mismo modo, Wong (2011) menciona que calcular el *Yield* es similar al *ROI*, solo que en el primer caso se utiliza una o un conjunto de apuestas acotado. Usualmente es utilizado para comparar rentabilidad entre estrategias y para evaluar el desempeño diario, semanal o mensual de la rentabilidad.

1.4 Gestión de riesgo en el mercado de apuestas deportivas

La gestión de riesgo en el mercado de apuestas deportivas es esencial para garantizar la rentabilidad, es decir, la protección del *bankroll* y de su crecimiento a través del tiempo. Buchdahl (2016a) señala que el peor escenario para un apostador es perder el total del *bankroll*. En tal sentido, en primer lugar, se debe contar con un criterio con el cual decidir cuándo colocar apuestas en eventos deportivos que evite matemáticamente la pérdida del *bankroll* en el largo plazo. En segundo lugar, una vez decidido cuando si colocar una apuesta, otra cuestión que el apostador debe tener claro es qué tamaño de apuesta respecto a su *bankroll* debe arriesgar en cada apuesta, que le permita obtener beneficios netos positivos en el largo plazo.

En tal sentido, la gestión de riesgo se puede divide en dos partes: el criterio a usar para decidir cuándo colocar una apuesta, y lo segundo, decidir el tamaño óptimo de una apuesta para los eventos deportivo. Ambos puntos, se explican a continuación:

1.4.1 Encontrar valor o ventaja en cada apuesta a realizar

A partir de la definición de del valor esperado EV_i que se tiene de apostar por el resultado i de un evento deportivo, definimos RT_i , como el retorno total esperado de apostar una unidad monetaria como una ratio entre la cuota de mercado y la cuota justa que el apostador estima. Se observa el detalle a continuación:

$$EV_i = 1 \times [PR_i \times (C_i - 1) - (1 - PR_i)]$$

$$EV_i = PR_i \times (C_i - 1) - (1 - PR_i)$$

$$EV_i = \frac{1}{CJ_i} \times (C_i - 1) - \left(1 - \frac{1}{CJ_i}\right)$$

$$EV_i = \frac{C_i}{CJ_i} - \frac{1}{CJ_i} - 1 + \frac{1}{CJ_i}$$

$$EV_i = \frac{C_i}{CJ_i} - 1$$

$$1 + EV_i = \frac{C_i}{CJ_i}$$

$$RT_i = \frac{C_i}{CJ_i}$$

Donde se cumple que:

$$C_i, CJ_i > 1$$

Buchdahl (2016a) menciona que, al apostar cuando $RT_i > 1$, es decir, cuando la cuota de mercado es mayor que la cuota justa que estima el apostador del resultado i de un evento deportivo, este está asegurando obtener una ventaja, en promedio, mayor que el mercado, es decir, contar con ventaja contra el bookmaker y/o otros apostadores. Y cualquier sistema que lleve al crecimiento del bankroll, matemáticamente, debe incorporar esta ventaja. Si se apuesta cuando $RT_i < 1$ de forma sistemática, a pesar de que sea posible que las ganancias netas superen a las pérdidas en el corto plazo, en el largo plazo se obtendrán beneficios netos negativos, y por ende, se perderá el bankroll.

1.4.2 Encontrar el tamaño óptimo en cada apuesta a realizar

El apostador profesional debe distribuir el riesgo entre cada una de sus apuestas, en cada apuesta, debe haber un monto relativo pequeño respecto al total de su bankroll.

a) Criterio de Kelly:

El criterio de Kelly optimiza el valor esperado de una apuesta, calculando el porcentaje a destinar en una apuesta determinada respecto al total de la banca del apostador. Toma en cuenta la probabilidad del apostador sobre el éxito de una apuesta y su respectiva cuota disponible en el mercado. Dolan (2017) menciona que, este criterio sirve para maximizar el crecimiento exponencial del bankroll, minimizando el riesgo a la ruina. La fracción f óptima del capital para apostar en el resultado de un evento deportivo se calcula de la manera siguiente:

$$f_i = \frac{PR_i \times (C_i - 1) - (1 - PR_i)}{(C_i - 1)}$$

f_i : Fracción del bankroll a colocar a la apuesta i

$PR_i(E)$: Probabilidad real estimada por el apostador del resultado i

C_i : Cuota de mercado asociado al resultado i

La debilidad de este sistema es que en los mercados de apuestas deportivas no existe una probabilidad real definida para el éxito de una apuesta deportiva, y el apostador puede estar asignando una probabilidad mayor a la probabilidad real de éxito de la apuesta, y ello conlleva a aumentar el valor esperado de tal apuesta.

b) Criterio de Kelly ajustado:

También es frecuente usar el criterio de Kelly ajustado, el cual consiste en reducir el tamaño de la colocación de la apuesta por el resultado i a solo una proporción α de la proporción la fracción de Kelly f_i . Beggy et. al. (2023) mencionan que al aplicar un factor α se reduce el riesgo porque se está reduciendo la volatilidad del bankroll, en el largo plazo, debido a que cada apuesta será más conservadora al ser una menor proporción respecto al bankroll, con ello, el apostador protege su capital. Ello reduce las pérdidas cuando existe incertidumbre en el resultado i , sin embargo, también reduce el potencial de crecimiento a largo plazo del bankroll.

$$f_{adj_i} = \alpha \times f_i = \alpha \times \frac{PR_i \times (C_i - 1) - (1 - PR_i)}{(C_i - 1)}$$

Donde:

$0 < \alpha < 1$

$C_i > 1$

c) Apuestas planas:

La ventaja de este sistema es que te permite ser consistente en un plan de apuestas. La desventaja de este sistema es que no maximiza el valor esperado de una apuesta. Sin embargo, es útil debido a que muchos apostadores con poca experiencia sobrestiman la probabilidad de éxito del resultado de una apuesta deportiva. Dolan (2017) indica que

existe el consenso por los apostadores que una apuesta no debe sobrepasar del 5% del bankroll, independientemente de la tolerancia al riesgo o del sistema de apuestas utilizado.

$$fplano_i = \frac{Bankroll}{N}$$

N : Número de apuestas a realizar

1.4.3 Coberturas en las apuestas deportivas

Las coberturas son una estrategia utilizada por los apostadores profesionales para reducir el riesgo asociado a una apuesta realizada en el resultado i y quedarse con una ganancia potencial menor, pero asumiendo menos riesgo. Para ello, se realiza una apuesta adicional en un resultado complementario u opuesto al de la apuesta del resultado i , pero en otro bookmaker o Exchange betting. Buchdahl (2016a) menciona que, el objetivo de ello es de minimizar la pérdida potencial, o asegurar una ganancia en caso las cuotas de mercado lo permitan.

Sea un evento deportivo con solo dos resultados posibles, resultado i y j , y sean $C_{1i}, C_{2j} > 1$ sus respectivas cuotas de mercado asociadas a dos resultados únicos posibles, pero ofrecidos por distintos bookmakers. Sea A_i el monto apostado en el resultado i en el bookmaker 1, y el monto A_j , que debe apostarse en el resultado j en el bookmaker 2.

Si la siguiente condición no se cumple $\left(1 - \frac{1}{C_{1i}}\right) > \frac{1}{C_{2j}}$, el apostador puede decidir solo cobertura un porcentaje $k \in (0,1)$ de la apuesta A_i en el bookmaker 2.

$$A_j = k \times A_i \times \frac{C_{1i}}{C_{2j}}$$

En caso se dé el resultado i , el apostador obtendrá como ganancia:

$$GN_i = A_i \times C_{1i} - (A_i + A_j)$$

En caso se dé el resultado j , el apostador tendrá una pérdida acotada, lo cual reduce la volatilidad de su bankroll:

$$GN_j = A_j \times C_j - (A_i + A_j)$$

$$GN_j = k \times A_i \times C_{1i} - \left(A_i + k \times A_i \times \frac{C_{1i}}{C_{2j}}\right)$$

$$GN_j = k \times A_i \times C_{1i} - A_i \left(1 + k \times \frac{C_{1i}}{C_{2j}}\right)$$

$$GN_j = A_i[(k \times C_{1i}) - \left(1 + k \times \frac{C_{1i}}{C_{2j}}\right)]$$

1.4.4 Establecer un límite pérdidas

Los apostadores profesionales también utilizan límites de pérdidas diarios o semanales. En caso de perder un porcentaje del bankroll, dejar de operar por un tiempo. Miller y Davidow (2010) mencionan que establecer un stop loss ayuda a evitar la reducción sistemática del bankroll al evitar caer en el efecto de "perseguir pérdidas", que ocurre cuando intentas recuperar lo perdido con apuestas más arriesgadas.

$$\text{stop - loss \%} = \left(\frac{\text{limite de perdida en unidades monetarias}}{\text{bankroll}}\right) \times 100$$

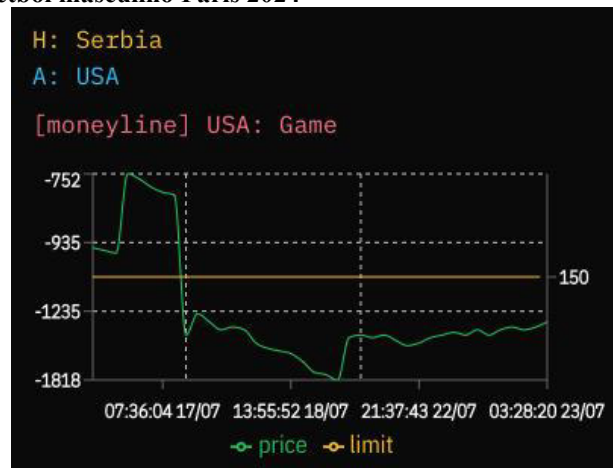
1.5 Value Betting

El Value Betting es una estrategia que consiste en identificar eventos en los que la probabilidad de ocurrencia estimada por el sistema del inversionista resulta mayor a la probabilidad implícita en el precio⁴ ofrecido por el mercado mediante la casa de apuesta durante cierto momento una vez se le ha removido el margen.

1.5.1 La cuota de oro: La Teoría del Valor en Línea de Cierre (CLVT) de Pinnacle

"Cuando un grupo amplio y diverso de personas comparte sus juicios, la suma de sus opiniones, aunque imperfectas, puede generar una verdad más precisa que la de un solo experto. Este fenómeno es conocido como la sabiduría de las multitudes"- James Surowiecki (2004).

Figura 1: Evolución del precio y límites de apuesta para el evento "Estados Unidos gana a Serbia" por la fase de grupos del basquetbol masculino París 2024



Fuente: PinnacleOddsDropper

⁴ Los términos precio y cuota se usan indistintamente a lo largo del texto para referirse al mismo concepto: el valor numérico que indica cuánto se paga por una apuesta ganadora.

Al igual que en cualquier mercado financiero, los precios en apuestas fluctúan a lo largo del tiempo como consecuencia de la interacción entre oferta y demanda, desde días previos al inicio del encuentro hasta instantes antes de su conclusión. De todos estos precios, el **precio de cierre** es aquél ofertado justo antes de que comience el encuentro. Este precio es crucial porque refleja (i) toda la información disponible hasta ese momento (lesiones, tensiones directivas, condiciones climáticas adversas, etc.), (ii) las percepciones de los jugadores recreacionales sobre quién creen que vencerá y (iii) el análisis de jugadores sofisticados respecto a dónde descansa el valor, entre otros (Nishikori, 2023). Es el momento en que la sabiduría de las masas se ha integrado al mercado haciendo que alcance su máxima eficiencia, con los precios reflejando toda la información disponible antes del partido.

La Teoría del Valor en Línea de Cierre (CLVT) sostiene que las cuotas que Pinnacle ofrece justo antes de que empiece el encuentro son los más eficientes que se pueden encontrar en cualquier plataforma, reflejando con gran precisión las verdaderas probabilidades de ocurrencia detrás de cada evento. La razón es que esta casa, a diferencia de la gran mayoría, tiene la política de acoger jugadores que han demostrado poder vencer al mercado de manera consistente, permitiéndoles apostar montos elevados y cobrándoles las comisiones más bajas por hacer sus apuestas (Pinnacle, 2017). Las decisiones tomadas por estos jugadores suelen responder a informaciones privilegiadas y son aprovechadas por Pinnacle para ajustar las probabilidades que ofrecen cada vez más cerca hacia sus valores verdaderos, conforme estos jugadores realizan sus apuestas. En ese sentido, se dice que el precio de cierre de Pinnacle sin margen es un precio de oro.

1.5.2 De tirano a observador: La varianza o suerte y su influencia en el corto plazo

“Las apuestas deportivas son básicamente una cuestión de suerte. Quienes ganan lo hacen casi exclusivamente por azar. Al final del camino, casi todos los que se aventuren a ingresar a este mundo terminarán siendo derrotados” -Joseph Buchdahl (2019)

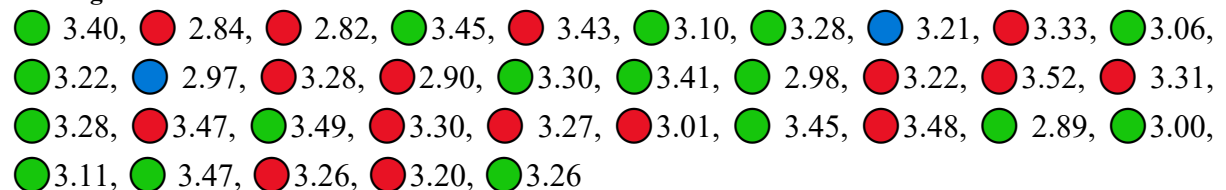
Podemos entender a los encuentros deportivos como actividades de alta incertidumbre, donde múltiples factores interactúan para definir un resultado final. Elementos como el estado emocional de los jugadores en momentos clave o errores arbitrales pueden alterar el desarrollo esperado del encuentro. Tal como señala Buchdahl (2016), "el deporte es inherentemente impredecible debido a la interacción compleja de variables, muchas de las cuales no pueden ser cuantificadas con precisión". En este entorno dinámico e impredecible, evaluar el desempeño de un modelo predictivo en el corto plazo no es adecuado. Lo correcto es valorar los resultados de largo plazo del modelo, porque es en este periodo cuando la varianza se diluye

y la habilidad predomina. Como explica Mauboussin (2012), "la clave para evaluar el éxito en entornos con alto componente de suerte es separar la habilidad del azar a través del análisis de grandes volúmenes de datos".

Dada la elevada incertidumbre, ninguna apuesta se puede calificar como completamente segura. Incluso los modelos más avanzados, diseñados para maximizar el valor esperado positivo, no se encuentran libres de no acertar en sus predicciones. Fallar una sola predicción no te dice mucho sobre la habilidad que tienes para predecir. Inclusive varias decisiones óptimas pueden parecer erróneas si se las juzga solo por el resultado final, sobre todo si han conllevado a pérdidas consecutivas. Las rachas negativas no deben interpretarse de ningún modo como fallos del modelo, sino como manifestaciones naturales de la varianza de los resultados. Como explica Mlodinow (2008), "la aleatoriedad puede crear patrones engañosos, llevándonos a conclusiones erróneas sobre la efectividad de la estrategia". Los beneficios de cualquier sistema de apuestas solo pueden apreciarse cuando se cuenta con una muestra lo suficientemente grande para que el azar deje de ser un factor determinante y pase de tirano a simple observador.

Para ilustrar cómo la varianza distorsiona los resultados de corto plazo y produce rendimientos engañosos, a continuación, analizamos la siguiente muestra de apuestas⁵ de ChasingSteamers⁶.

Figura 2. Resultados y precios de una muestra de apuesta obtenida mediante la herramienta ChasingSteamers



Fuente: ChasingSteamers. Elaboración propia.

Esta muestra pequeña de apuestas es de tamaño 35, con un precio promedio ponderado de 3.29 unidades monetarias. En ella, los resultados fueron de 17 victorias, 16 derrotas y 2 reembolsos, generando un beneficio neto de 22.16 unidades y un yield excepcional del 63.31%⁷.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas principales de una muestra de 35 apuestas de ChasingSteamers

Estadísticas	Valor
Total Apostado (uds)	35

⁵ El lector puede acceder a esta muestra a través del siguiente enlace: <https://bit.ly/3QeYycG>

⁶ En el capítulo de evidencia empírica, analizamos con profundidad este sistema de apuestas.

⁷ Este rendimiento bastante inflado es resultado de la sobredimensionada influencia del azar en muestras pequeñas.

Beneficio Real (uds)	22.16
Yield Real (%)	63.31%
Precio Promedio Ponderado (u.m./ u.m. apostada)	3.23
Número de Apuestas (bets)	35
Beneficio/Apuesta (uds)	0.63
Aciertos (bets)	17
Fallos (bets)	16
Tasa de Acierto (%)	48.57%

Elaboración Propia

Si bien estos resultados son realmente sorprendentes, la verdadera pregunta es: ¿cuánto de este éxito es mérito del modelo y cuánto es solo un golpe de suerte disfrazado de habilidad? Para responder esta pregunta, recurrimos a la Teoría del Valor en Línea de Cierre (CLVT).

Según esta teoría, los precios de cierre de Pinnacle sin margen son los precios justos. Al comparar un precio justo con su precio alcanzado al apostar, se obtiene lo que se conoce como el Valor Esperado (EV) de la apuesta⁸. Los cálculos de Valor Esperado (EV) para esta muestra de 35 apuestas arrojan un **beneficio esperado** de 3.52 unidades. Esto contrasta significativamente con el **beneficio real** de 22.16 unidades: De las 22.16 unidades reales de beneficio, 15.90% es beneficio esperado, mientras que 84.16% es beneficio no esperadas (o aleatorio)

Tabla 2. Estadísticas de rendimiento esperado de una muestra de 35 apuestas de ChasingSteamers

Estadísticas	Valor
Beneficio Esperado (uds)	3.52
Yield Esperado (%)	10.07%
Beneficio No Esperado (uds)	18.64
Yield No Esperado (%)	53.24%

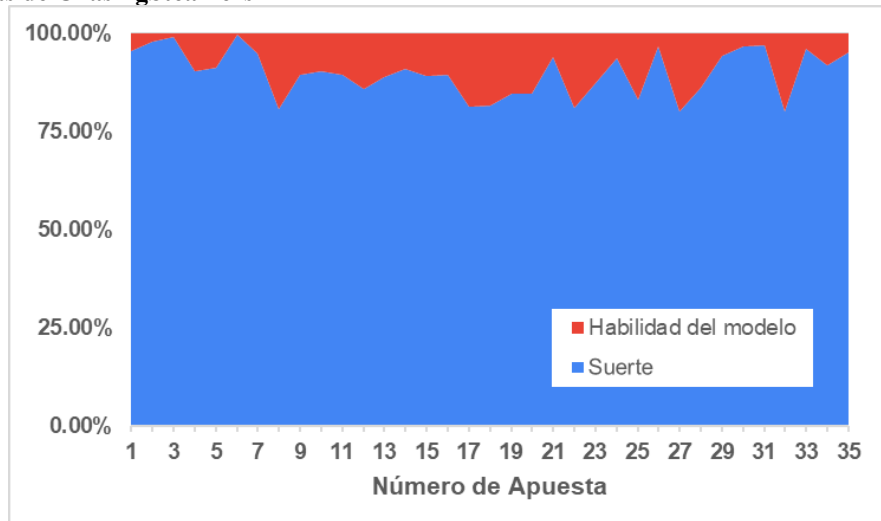
Elaboración Propia

El gráfico 1 ilustra visualmente cómo la habilidad del modelo contribuye marginalmente (15.90%) a las ganancias, mientras que el mar restante en azul y toda su profundidad (84.10%)

⁸ Alternativamente, el valor esperado (EV) de una apuesta se puede calcular del siguiente modo: $EV = \left(\frac{p_{taken}}{p_{true}} - 1 \right) \times 100\%$, donde p_{taken} es el precio alcanzado al momento en que se realizó la apuesta y p_{true} es el precio de cierre de Pinnacle sin margen.

son obra del azar. Esto destaca la naturaleza engañosa de los resultados de corto plazo (periodo en que la varianza tiene gran presencia).

Gráfico 1. Contribución de la habilidad del modelo y del azar sobre las ganancias obtenidas en una muestra de 35 apuestas de ChasingSteamers



Elaboración Propia

En el corto plazo, casi todo lo que ocurre se debe al azar. La suerte puede elevar al apostador con una racha de victorias consecutivas, haciéndolo sentir dueño del juego. De la misma manera, esta puede llevar al apostador a afrontar una dolorosa serie de derrotas. Sin embargo, no es posible concluir si se tiene habilidad o no para apostar en muestras pequeñas. Debe quedar claro que unas cuantas victorias no garantizan genialidad, ni unas cuantas derrotas son prueba de fracaso.

El predominio del azar en el corto plazo genera la siguiente pregunta: ¿a partir de qué punto la habilidad del modelo, si es que existe, empieza a imponerse sobre el azar? La respuesta que los apostadores sofisticados dan es: “Cuando el número de apuestas realizadas con el sistema es lo suficientemente grande como para permitir que la Ley de Grandes Números pueda manifestarse. Pero, ¿cuánto es el tamaño mínimo de muestra que reduce la influencia del azar a niveles prácticamente inexistentes? Joseph Buchdahl (2018b) en “Testing your Betting Model“ señala que no existe un tamaño de muestra único que garantice que el azar deje de influir sobre los resultados. Esto depende, más bien, de las características del modelo analizado, como el precio promedio de las apuestas y el yield obtenido hasta el momento. Complementando esta idea, Figueres (2020) profundiza en el análisis y establece que, para modelos con precios promedio de aproximadamente 3.00 y rentabilidades cercanas al 10% (como el que generó la muestra de 35 apuestas) se requieren aproximadamente $n = 1140$

apuestas para sostener que la probabilidad de haber obtenido dicha rentabilidad por suerte sea de 0.01, o $n = 2010$ apuestas para afirmar lo mismo con probabilidad del 0.001.

Tabla 3. Tamaño mínimo de muestra para reducir la influencia de la suerte sobre los resultados del modelo en función al yield y precio promedio ponderado

Yield	0.05	0.05	0.05	0.075	0.075	0.075	0.10	0.10	0.10
Precio Promedio Ponderado	1.5	2	3	1.5	2	3	1.5	2	3
Número de Apuestas Requeridas ($\alpha=0.01$)	1030	2170	4440	450	960	2000	250	540	1140
Número de Apuestas Requeridas ($\alpha=0.001$)	1820	3820	7830	790	1700	3520	420	960	2010

Fuente: WinnerOdds. The Value Betting Blog. "P-Value and Expected Maximum Drawdown Spreadsheet for Sports Betting". Elaboración Propia

1.6 Arbitrage Betting

El Arbitrage Betting es una estrategia que consiste en identificar diferencias en las cuotas ofrecidas por distintas casas de apuestas para un mismo evento, de manera que el apostador pueda realizar apuestas en todos los resultados posibles y garantizar una ganancia independientemente del resultado final.

Towend (2003) menciona que, existen apostadores que viven a expensas de los bookmakers y de otros apostadores sin arriesgar su bankroll. Los bookmaker realizan esfuerzos para detectarlos y suspender sus cuentas.

El arbitraje surge cuando las discrepancias entre cuotas de mercado ofrecidas por distintos corredores de apuestas cumplen la siguiente condición.

Sea un evento deportivo con solo dos resultados posibles, i y j y sus respectivas cuotas de mercado $C_{1i}, C_{2j} > 1$

Sea A_i el monto apostado en el resultado i en el bookmaker 1, y el monto A_2 , que debe apostarse en el resultado j en el bookmaker 2, se calcula de la siguiente manera:

$$A_j = A_i \times \frac{C_{1i}}{C_{2j}}$$

Se define como ganancia neta asegurada por apostar en el bookmaker 1 por el resultado i .

$$GNA_i = A_i \times C_{1i} - (A_i + A_j)$$

$$GNA_i = A_i \times C_{1i} - \left(A_i + A_i \times \frac{C_{1i}}{C_{2j}} \right)$$

$$GNA_i = A_i \times \left(C_{1i} - 1 - \frac{C_{1i}}{C_{2j}} \right)$$

Para que haya una ganancia neta asegurada con la cobertura ($GNA_i > 0$), debe cumplirse la siguiente condición de arbitraje:

$$(C_{1i} - 1) - \frac{C_{1i}}{C_{2j}} > 0$$

$$\left(1 - \frac{1}{C_{1i}} \right) > \frac{1}{C_{2j}}$$

Es decir, la condición de una cobertura con arbitraje se da cuando hay una disparidad en las cuotas entre dos bookmaker para resultados complementarios de un mismo evento. Ello permite al arbitrajista obtener un beneficio independientemente del resultado

EVIDENCIA EMPÍRICA

2.1 Value Betting

2.1.1 ChasingSteamers

ChasingSteamers es una herramienta de Value Betting desarrollada por Christian Baier. disponible desde finales de 2022 a través de alertas instantáneas. Su funcionamiento se basa en detectar caídas bruscas en los precios de Pinnacle, las cuales suelen ser el resultado de nueva información relevante sobre un evento deportivo que se refleja primero en esta casa de apuestas. La estrategia consiste en aprovechar la lentitud con la que otras casas de apuestas actualizan sus precios, permitiendo a los suscriptores replicar rápidamente las apuestas en estas plataformas antes de que también ajusten sus precios. De esta manera, ChasingSteamers busca capitalizar el desfase temporal entre Pinnacle y las casas que presentan lentitudes para incorporar información nueva.

Entre febrero y abril de 2024 la herramienta envió alrededor de 8000 alertas a sus suscriptores. Del total de alertas, se estima que el usuario promedio habría respondido aproximadamente el 8%, es decir, entre 600 y 680 apuestas. Para analizar los resultados de la herramienta, se ha seleccionado de manera aleatoria una muestra de 615 apuestas durante este periodo. Las estadísticas principales se pueden consultar en la siguiente tabla. Las estadísticas principales son precio promedio de 2.02, yield de 12.43%, con un beneficio de 76.42 unidades y una tasa de acierto de 56.26%.

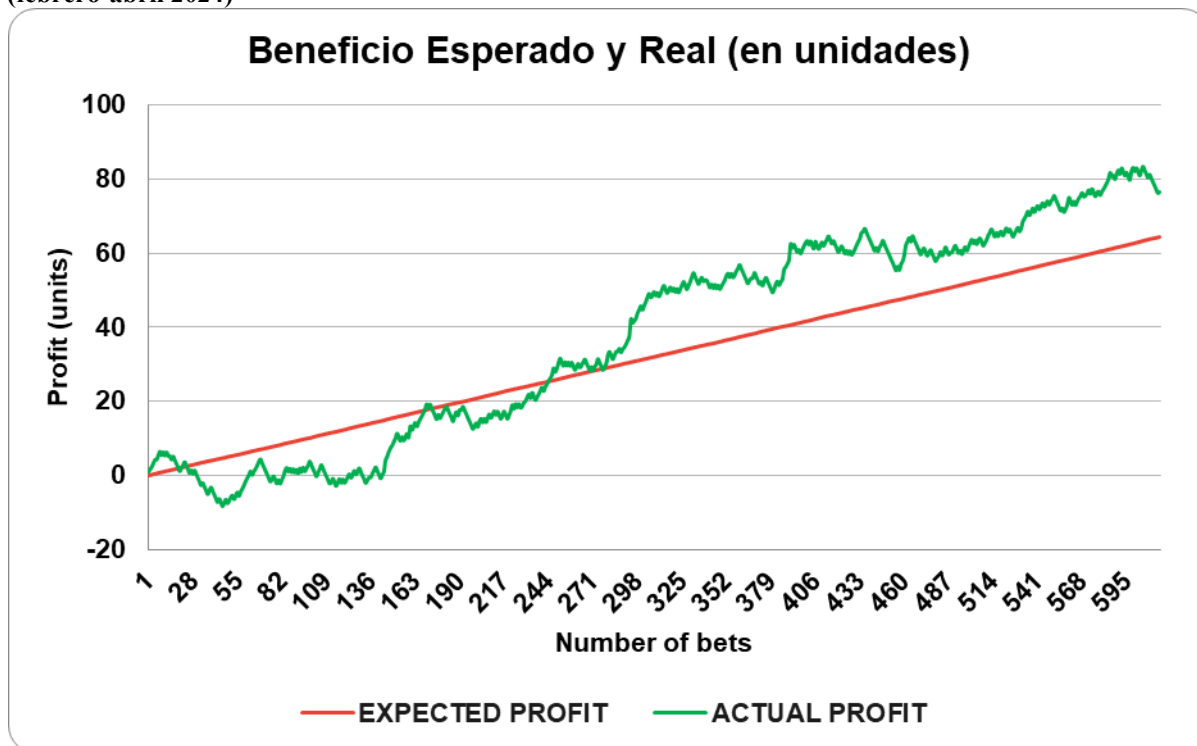
Tabla 4. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024)

Estadísticas	Valor
Total Apostado (uds)	615
Beneficio (uds)	76.42
Yield (%)	12.43%
Precio Promedio Ponderado (u.m./ u.m. apostada)	2.02
Profit Factor	1.29
Número de Apuestas (bets)	615
Apuestas No Nulas (bets)	607
Beneficio/Apuesta (uds)	0.12
Aciertos (bets)	346
Fallos (bets)	261
Tasa de Acierto (%)	56.26%
Tamaño de Apuesta Promedio (units)	1

Elaboración propia

El siguiente gráfico muestra la evolución de las ganancias reales y esperadas para la muestra. Según la CLVT, ambas curvas deberían converger a largo plazo, lo cual parece ser el caso.

Gráfico 2. Evolución del beneficio esperado y real para una muestra aleatoria de apuestas ChasingSteamers (febrero-abril 2024)



Elaboración propia

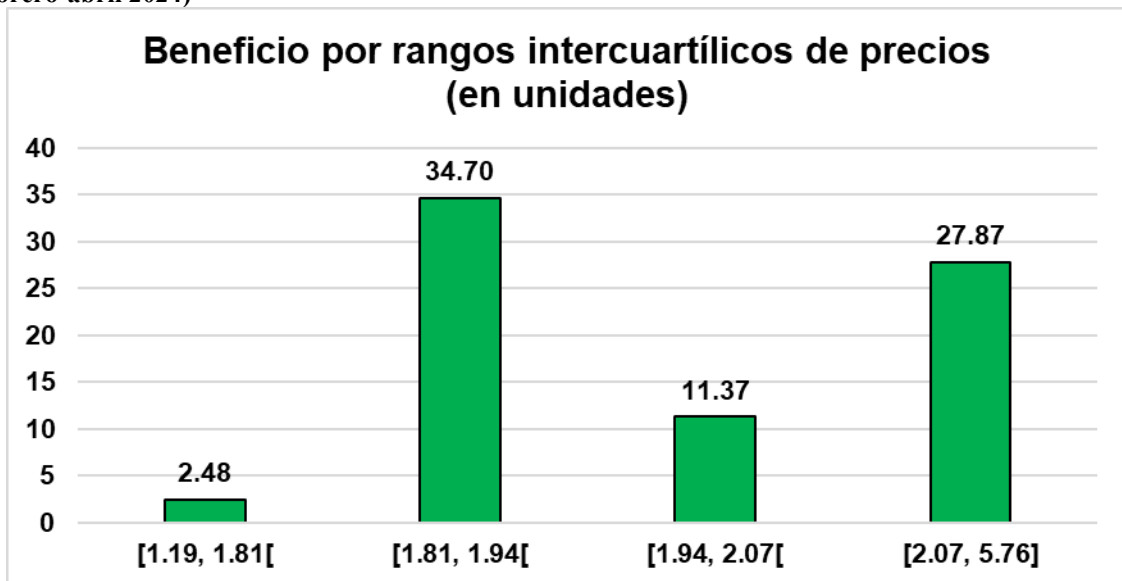
El mayor número de unidades de beneficio (34.70) se ha obtenido en el segundo rango de precios, comprendido entre el primer y segundo cuartil, mientras que el menor número de unidades (2.48) se ha obtenido en el primer rango, comprendido entre el mínimo y el primer cuartil.

Tabla 5. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de ChasingSteamers por cuartiles de precios (febrero-abril 2024)

Precios	LI	LS	Apuestas	Precio Promedio	Beneficio	Beneficio/Apuesta	Yield
Cuartil 1	1.19	1.81	154	1.66	2.48	0.02	1.61%
Cuartil 2	1.81	1.94	153	1.88	34.70	0.23	22.68%
Cuartil 3	1.94	2.07	154	2.00	11.37	0.07	7.38%
Cuartil 4	2.07	5.76	154	2.54	27.87	0.18	18.10%

Elaboración propia

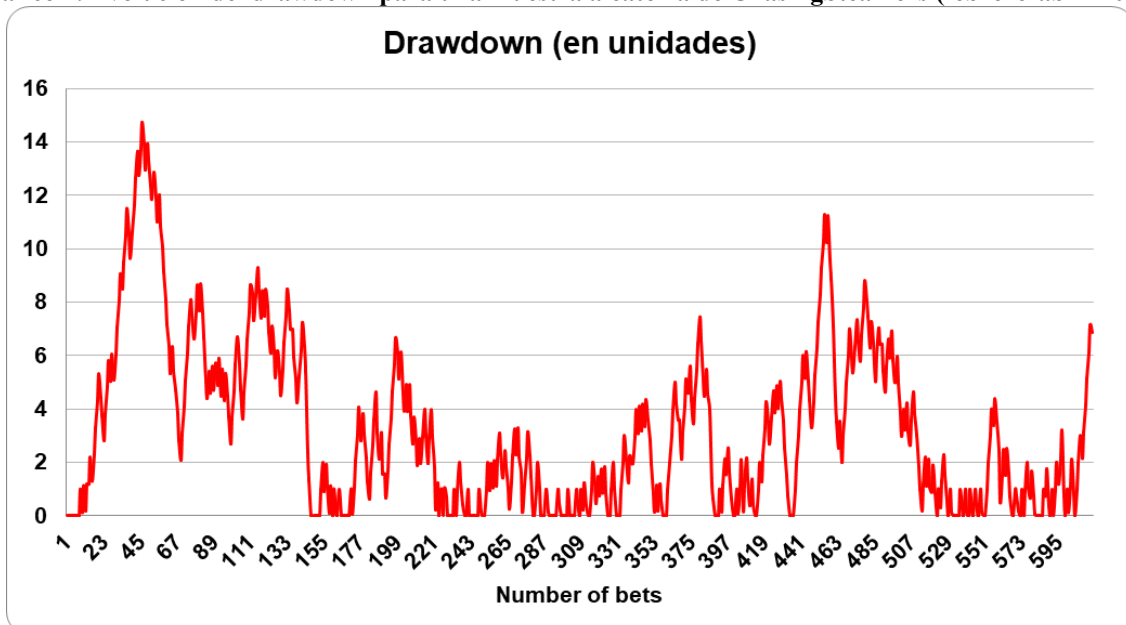
Gráfico 3. Beneficio por rango intercuartílico de precios para una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024)



Elaboración propia

El gráfico 4 muestra la evolución del *drawdown* (DD) a lo largo de las 615 apuestas de la muestra. Como se puede observar, de la apuesta número 9 a la 147 (139 apuestas en medio), se experimentó el DD más duradero y severo, con un pico de 14.64 unidades en la apuesta número 52. A lo largo de estas 139 apuestas (aproximadamente 3 semanas de trabajo), no se obtienen nuevas ganancias tras el último máximo de beneficios alcanzado.

Gráfico 4. Evolución del drawdown para una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024)



Elaboración propia

Tabla 6. Estadísticas del drawdown máximo para una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024)

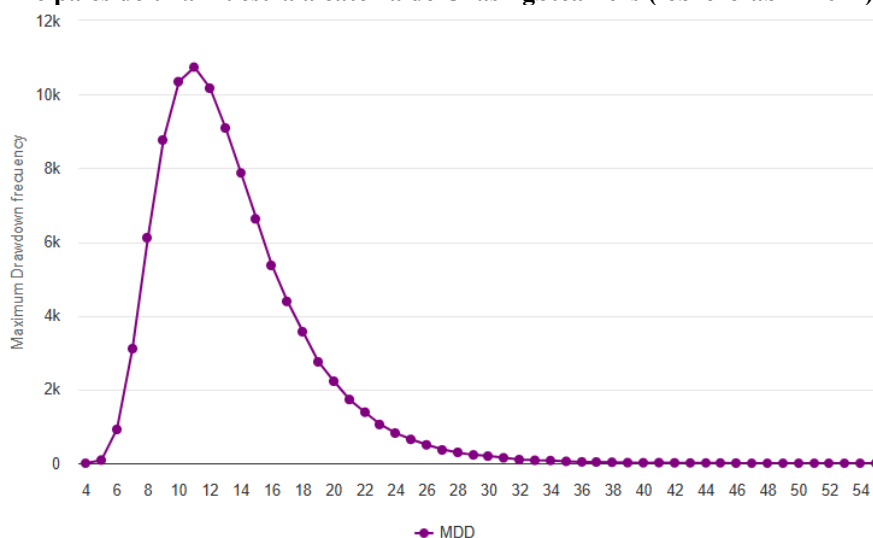
Estadísticas	Valor
MDD duration (in bets)	139
MDD (in units)	14.74

Elaboración propia

El gráfico 5 muestra la distribución del Máximo Drawdown (MDD) conseguida tras realizar 100,000 simulaciones de Montecarlo tomando como estimadores de los parámetros los estadísticos de la muestra. En esta distribución, la media (XMDD) y mediana (MMDD) ascienden a 15.42 y 14.05 unidades respectivamente. Debido a que la distribución presenta asimetría, se toma como valor representativo de lo usual a la mediana en lugar de la media. Así, el MDD de 14.74 unidades obtenido en la muestra se encuentra dentro del rango de lo usual.

La distribución generada es adecuada para un perfil de apostadores con muy alta aversión al riesgo. Esto se debe a que la probabilidad de obtener un MDD por encima de 40 unidades asciende a 0.04% (situación casi imposible). En opinión de Figueres (2024), un apostador con moderada aversión al riesgo, que busca mayor rentabilidad, puede soportar hasta un MDD de 50 unidades con probabilidad 5%. Con el fin de incrementar la rentabilidad de las apuestas de la muestra, se puede aumentar el monto que se destina a cada apuesta, haciendo que pase de 1 a $1 + x$ unidades, hasta que x permita que $\Pr[MDD > 50] = 5\%$, aumentando así el beneficio esperado a cambio de mayor riesgo.

Gráfico 5. Distribución del drawdown máximo recuperada mediante simulaciones de Montecarlo con los estimadores principales de una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024)



Elaboración propia

Tabla 7. Estadísticas de la distribución del drawdown máximo recuperada mediante simulaciones de Montecarlo con los estimadores principales de una muestra aleatoria de ChasingSteamers (febrero-abril 2024)

Estadísticas	Valor
Montecarlo MDD Medio (en uds)	15.42
Montecarlo MDD Mediana (en uds)	14.05
Probabilidad de sufrir un MDD > 40 uds (%)	0.04

Elaboración propia

Para evaluar el desempeño de ChasingSteamers, se han calculado (i) la métrica ratio Beneficio/EMDD y (ii) el p-value de la prueba de hipótesis $H_0: yield_{LT} = 0$ ⁹. Esta prueba se realiza para determinar si el sistema demuestra habilidad para generar rendimiento de manera consistente, lo que implicaría un $yield_{LT} > 0$, más allá de lo que sería apostar adivinando, que implicaría un $yield_{LT} = 0$ en la mejor de las situaciones.

Como podemos ver en tabla 8, la probabilidad de que el sistema haya obtenido un $yield_{LT} = 12.3\%$ por puro azar es 1 en 806 (la inversa del p-value), por lo que se retiene la $H_a: yield_{LT} > 0$ y se concluye que la evidencia muestral indica que el modelo es capaz de generar rendimientos de manera consistente con $\alpha = 1\%$. Asimismo, el sistema exhibe una ratio beneficio-riesgo de 5.39, lo que indica que por cada MDD de 1,000 USD las ganancias ascienden aproximadamente a 5,440 USD. En opinión de Figueres (2024), valores superiores a 5 de este indicador califican al modelo que lo genera como conveniente.¹⁰

Tabla 8. Indicadores de prueba de hipótesis de significancia del yield y de rendimiento para ChasingSteamers

Indicadores	Valor
p-value (%)	0.124
1 in X	806.45
Beneficio / MMDD	5.44

Elaboración propia

⁹ La distribución del yield se ajusta a una normal y es posible estimarla a partir de la distribución binomial de ganar x apuestas en una muestra de tamaño n con probabilidad promedio de acierto p : $f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$

¹⁰ Más adelante utilizamos esta métrica para comparar entre diferentes sistemas de Value Betting.

2.1.2 WinnerOdds Tennis

WinnerOdds Tennis es una herramienta de Value Betting que utiliza algoritmos avanzados de inteligencia artificial para estimar las probabilidades reales en partidos de tenis, identificando oportunidades de valor cuando los precios ofrecidos por las casas de apuestas son superiores a las estimaciones calculadas. El sistema de WinnerOdds Tennis se basa en una extensa base que incluye más de 1,000,000 de partidos y más de 50,000 jugadores analizados, lo que le permite generar más de 10,000 apuestas al año (WinnerOdds, 2025).

Entre febrero y abril de 2024 WinnerOdds Tennis envió 3131 alertas a sus suscriptores a través de su web¹¹. De este total, el usuario promedio respondió aproximadamente el 26% de alertas, es decir, realizó alrededor de 815 apuestas (WinnerOdds, 2025). Para analizar los resultados de WinnerOdds Tennis, se ha seleccionado al azar una muestra de 800 apuestas del periodo comprendido entre febrero y abril de 2024. Las estadísticas principales de estas 800 apuestas se pueden consultar en la siguiente tabla¹².

Tabla 9. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024)

Estadísticas	Valor
Total Apostado (uds)	1627 ¹³
Beneficio (uds)	120.3
Yield (%)	7.39%
Precio Promedio Ponderado (u.m./ u.m. apostada)	1.56
Profit Factor	1.31
Número de Apuestas (bets)	800
Apuestas No Nulas (bets)	763
Beneficio/Apuesta (uds)	0.15
Aciertos (bets)	459
Fallos (bets)	304
Tasa de Acierto (%)	57.38%
Tamaño de Apuesta Promedio (units)	2.03

Elaboración propia

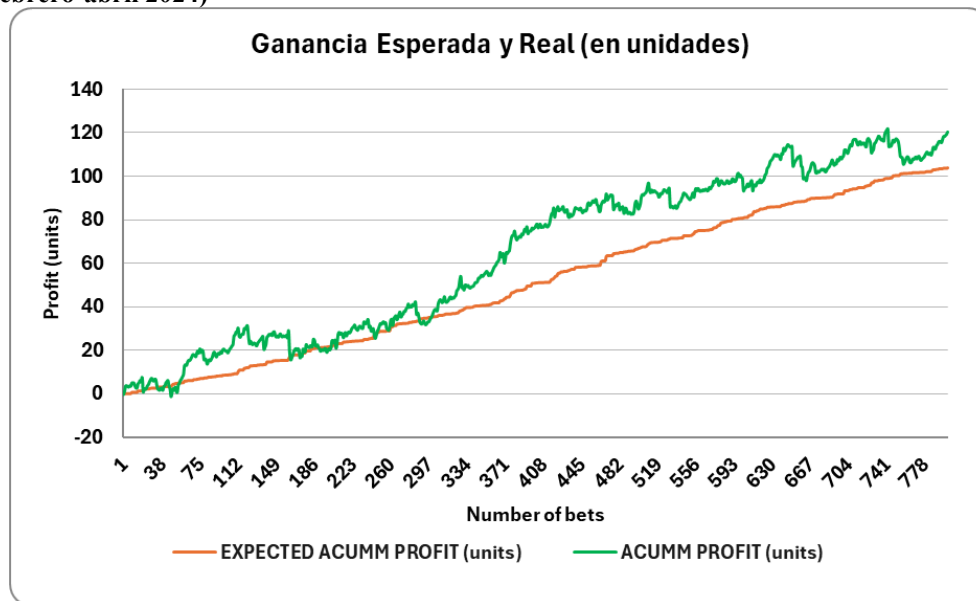
El siguiente gráfico muestra la evolución de las ganancias reales y esperadas para la muestra. Según la CLVT, ambas curvas deberían converger a largo plazo, lo cual parece ser el caso.

¹¹ WinnerOdds Tennis permite solicitar su histórico completo de apuestas hasta la fecha de hoy a través del siguiente enlace: <https://winnerodds.com/complete-betting-result-history/>

¹² Estas estadísticas han sido generadas en base a la primera apuesta realizada por algún usuario WinnerOdds Tennis, normalmente al mejor precio disponible,

¹³ A diferencia de ChasingSteamers, WinnerOdds calcula el tamaño óptimo de apuesta en función del valor de cada apuesta, por lo que el total de unidades apostadas no coincide con el número total de apuestas.

Gráfico 6. Evolución del beneficio esperado y real para una muestra aleatoria de apuestas WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024)



Elaboración Propia

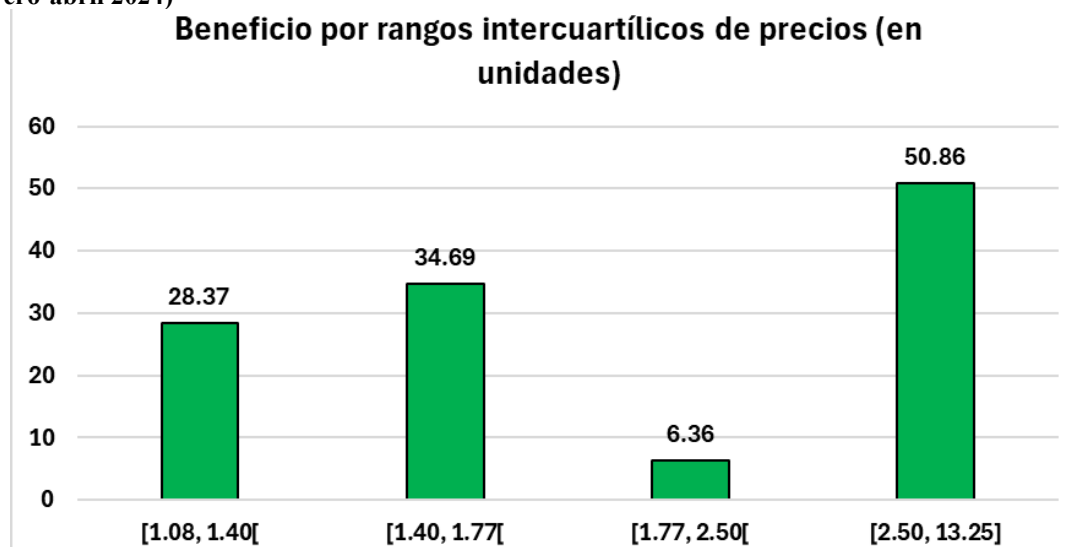
El mayor número de unidades de beneficio (50.86) se ha obtenido en el cuarto rango de precios, comprendido entre el tercer cuartil y el precio máximo, mientras que el menor número de unidades (6.36) se ha obtenido en el tercer rango, comprendido entre el segundo y tercer cuartil.

Tabla 10. Estadísticas descriptivas para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis por cuartiles de precios (febrero-abril 2024)

Precios	LI	LS	Apuestas	Tamaño de Apuesta Promedio	Precio Promedio	Beneficio	Beneficio/Apuesta	Yield
Cuartil 1	1.08	1.40	185	4.70	1.23	28.37	0.15	3.26%
Cuartil 2	1.40	1.77	215	1.99	1.55	34.69	0.16	8.13%
Cuartil 3	1.77	2.50	194	1.05	2.10	6.36	0.03	3.13%
Cuartil 4	2.50	13.25	206	0.62	3.81	50.86	0.25	39.85%

Elaboración Propia

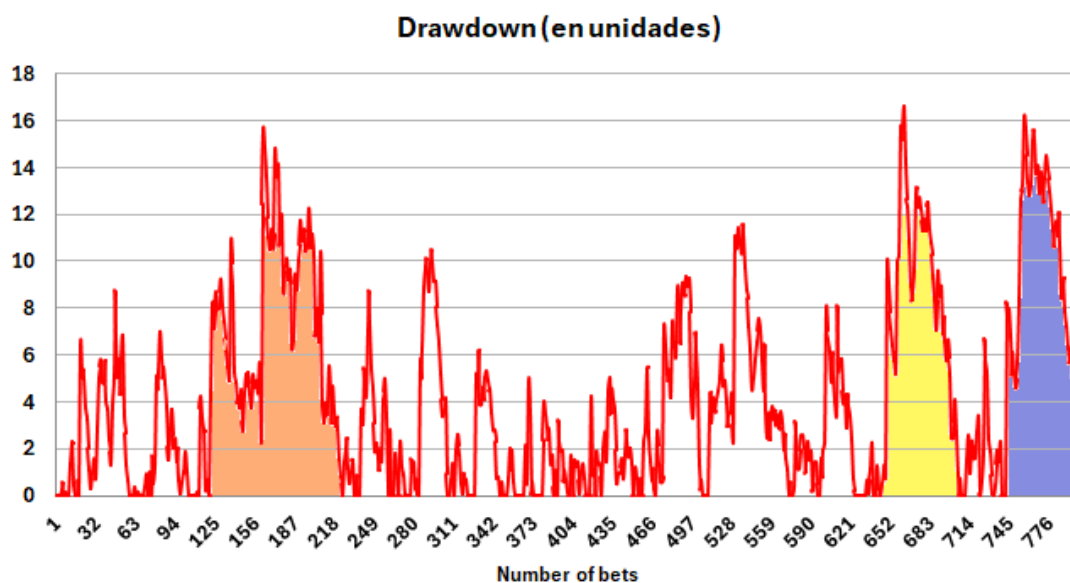
Gráfico 7. Beneficio por rango intercuartílico de precios para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024)



Elaboración propia

El gráfico 8 muestra la evolución del drawdown (DD) a lo largo de las 800 apuestas de la muestra. Como se puede observar, desde la apuesta número 122 hasta la 224 (área en naranja), se experimentó el DD de mayor duración (103 apuestas o el equivalente a 2 semanas de trabajo). Mientras que el DD más severo, con un pico de 16.60 unidades, coincidió con la apuesta número 663 (área en amarillo). A su vez, el DD en amarillo es muy similar en duración e intensidad al DD en azul (que ocurre luego de tan solo 20 apuestas después de que acaba el amarillo), lo cual refleja la dificultad de alcanzar picos de ganancias en apuestas consecutivamente.

Gráfico 8. Evolución del drawdown para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024)



Elaboración Propia

Tabla 11. Estadísticas del drawdown máximo para una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024)

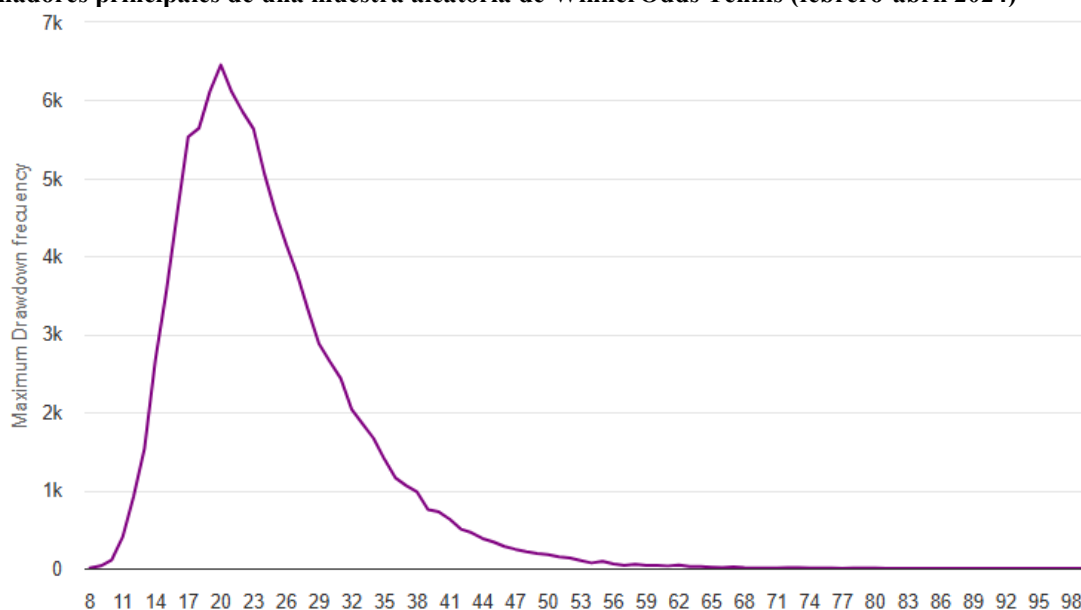
Estadísticas	Valor
MDD duration (in bets)	103
MDD (in units)	16.60

Elaboración propia

El gráfico 9 muestra la distribución del Máximo Drawdown (MDD) conseguida tras realizar 100,000 simulaciones de Montecarlo tomando como estimadores de los parámetros los estadísticos de la muestra. En esta distribución, la media (XMDD) y mediana (MMDD) ascienden a 24.72 y 23.12 unidades respectivamente. Debido a que la distribución del MDD presenta asimetría, se toma como valor representativo de lo usual a la mediana en lugar de la media. Así, el MDD de 16.60 unidades obtenido en la muestra se encuentra por debajo del rango de lo usual.

La distribución generada es adecuada para un perfil de apostadores con alta aversión al riesgo. Esto se debe a que la probabilidad de obtener un MDD por encima de 40 unidades asciende a 5.21% (situación poco probable). En opinión de Figueres (2024), un apostador con moderada aversión al riesgo, que busca mayor rentabilidad, puede soportar hasta un MDD de 50 unidades con probabilidad 5%. Con el fin de incrementar la rentabilidad de las apuestas de la muestra, se puede aumentar el monto que se destina a cada apuesta, haciendo que este pase de 2.03 a $2.03 + x$ unidades, en promedio, hasta que x permita que $\Pr[MDD > 50] = 5\%$, aumentando así el beneficio esperado a cambio de mayor riesgo.

Gráfico 9. Distribución del drawdown máximo recuperada mediante simulaciones de Montecarlo con los estimadores principales de una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024)



Elaboración propia

Tabla 12. Estadísticas de la distribución del drawdown máximo recuperada mediante simulaciones de Montecarlo con los estimadores principales de una muestra aleatoria de WinnerOdds Tennis (febrero-abril 2024)

Estadísticas	Valor
Montecarlo MDD Medio (en uds)	24.72
Montecarlo MDD Mediana (en uds)	23.12
Probabilidad de sufrir un MDD > 40 uds (%)	5.21

Elaboración Propia

Para evaluar el desempeño de WinnerOdds Tennis, se han calculado (i) la métrica ratio Beneficio/MMDD y (ii) el p-value de la prueba de hipótesis $H_0: yield_{LT} = 0$. Esta prueba se realiza para determinar si el sistema demuestra habilidad para generar rendimiento de manera consistente, lo que implicaría un $yield_{LT} > 0$, más allá de lo que sería apostar adivinando, que implicaría un $yield_{LT} = 0$ en la mejor de las situaciones.

Como podemos ver en tabla 14, la probabilidad de que el sistema haya obtenido un $yield_{LT} = 7.39\%$ por puro azar es 1 en 559 (la inversa del p-value), por lo que se retiene la $H_a: yield_{LT} > 0$ y se concluye que la evidencia muestral indica que el modelo posee habilidad para apostar con $\alpha = 1\%$. Asimismo, el sistema exhibe una ratio beneficio-riesgo de 5.20, lo que indica que por cada MDD de 1,000 USD las ganancias ascienden aproximadamente a 5,200 USD. En opinión de Figueres (2021), valores superiores a 5 de este indicador califican al modelo que lo genera como conveniente.

Tabla 13. Indicadores de prueba de hipótesis de significancia del yield y de rendimiento para WinnerOdds Tennis

Indicadores	Valor
p-value (%)	0.179
1 in X	558.66
Beneficio / MMDD	5.20

Elaboración propia

2.2 Arbitrage Betting

2.2.1 Implementación de la estrategia

Hausch y Ziemba (2008) explican que el arbitrage betting es una proverbial apuesta segura. Sea la función de la utilidad esperada $EV[U(A_i, A_j)]$, y sea A la colocación total en una apuesta combinada con fines de arbitraje en los dos únicos resultados posibles i y j . Las unidades

monetarias A_i y A_j óptimos que maximizan la función en la estrategia de arbitrage betting se encuentran resolviendo la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \max_{A_i > 0, A_j > 0} EV[U(A_i, A_j)] \quad & \text{s. a. } (A_i + A_j) \leq A \\ & A_i C_{1i} + A_i \geq A_i + A_j \\ & A_j C_{2j} + A_j \geq A_i + A_j \end{aligned}$$

EV: Operador de Valor esperado

A_i, A_j : Unidades monetarias apostadas en el resultado i y el resultado j

C_{1i} : La cuota del resultado i en la casa de apuestas 1

C_{2j} : La cuota del resultado j en la casa de apuestas 2

Sea $A = A_i + A_j$, el arbitrajista está buscando la apuesta A entre las colocaciones A_i y A_j , de manera que maximice su función de utilidad esperada sujeto a las restricciones del monto apostado A , y de las dos restricciones de no pérdida en de darse cualquier resultado.

$$\begin{aligned} A_i &= A_j \times \frac{C_{2i}}{C_{1j}} \\ A_j &= A_i \times \frac{C_{1i}}{C_{2j}} \end{aligned}$$

Luego de calcular los montos óptimos de A_i y A_j , el arbitrajista realiza su colocación de apuestas de la forma siguiente:

Apuesta A_i en el resultado i en el bookmaker 1 a cuota de mercado C_{1i} .

Apuesta A_j en el resultado j en el bookmaker 2 a cuota de mercado C_{2j} .

Luego espera los resultados del evento:

Si se concreta el resultado i o j , la ganancia neta asegurada será en cualquier escenario:

$$GNA = (A_i + A_j) \times \left(\frac{C_{1i} - C_{2j}}{C_{2j} + C_{1i}} \right) = A \times \left(\frac{C_{1i} - C_{2j}}{C_{2j} + C_{1i}} \right)$$

Thorp (1984) menciona que el arbitrage betting en apuestas deportivas es similar al arbitraje en los mercados financieros, donde las discrepancias entre en las cuotas de mercado permiten obtener ganancias independientemente del resultado de un evento deportivo. Asimismo, señala que la aplicación de la estrategia de arbitrage betting requiere de un análisis profesional de las cuotas y de una ejecución rápida.

2.2.2 Existencia de las oportunidades de arbitraje en los mercados deportivos y rentabilidad

Como se mencionó en la sección anterior, la estrategia de arbitrage betting está basada en aprovechar diferencias entre las cuotas ofertadas por bookmaker diferentes sobre un mismo evento deportivo. Sin embargo, estas oportunidades son poco frecuentes y cuando existen, están solo duran poco tiempo en el mercado, pues la eficiencia informacional de mercado y la presencia de competencia entre bookmaker y el uso de tecnología de los apostadores corrigen la diferencia entre cuotas.

Franck et al. (2011) analizó la existencia de oportunidades de arbitraje en 10 bookmaker y la Betting Exchange Betfair en encuentros de fútbol europeo de ligas que representan el 50% del mercado europeo. Ellos analizaron tanto las oportunidades de arbitraje cuando el apostador comerciaba con diferenciales de cuotas ofrecidas solo por bookmakers, así como las oportunidades de arbitraje que aparecían cuando el arbitrajista implementaba la estrategia con cuotas tanto bookmakers y de una betting exchange.

Al analizar oportunidades de arbitraje de comerciar solo con bookmakers, en una muestra de 12,782 encuentros de futbol, observó oportunidades de arbitraje solo en 125 (0.98%) encuentros, las que brindaron un 0.9% de retorno promedio.

Asimismo, al analizar una muestra de 11,933 encuentros de futbol, encontraron que cuando el arbitrajista aplicaba la estrategia de arbitraje tanto con bookmakers y la betting exchange, incrementaban las oportunidades de arbitraje. En el caso en que el apostador compraba la cuota de un resultado en un bookmaker y luego lo vendía en la betting exchange había oportunidad de arbitraje en 5% de los encuentros deportivos, que permitían alcanzar un retorno promedio de 1.7%. Del mismo modo, cuando el apostador compraba la cuota de un resultado en la betting exchange y luego lo vendía a la casa de apuesta, había oportunidad de arbitraje en el 19% de los encuentros deportivos, que permitía un 1.4% de retorno promedio.

2.2.3 Factores que afectan la rentabilidad al implementar la estrategia

La rentabilidad de la estrategia de arbitrage betting depende de varios factores, a continuación, se explican los más importantes:

a) Liquidez de mercado de apuestas

La liquidez en el mercado de apuestas deportivas es un factor importante que afecta la rentabilidad de la estrategia de arbitrage betting. Miller y Davidow (2010) mencionan que, la

liquidez del mercado de apuestas se entiende como la capacidad con la que cuentan los apostadores para colocar apuestas de gran tamaño sin afectar significativamente a las cuotas del mercado. Wong (2001), explica que cuando existe alta liquidez en el mercado, los arbitrajistas pueden colocar apuestas de gran tamaño sin provocar cambios significativos en las cuotas, lo cual es relevante para obtener rentabilidad con la estrategia. Por el contrario, en mercados con baja liquidez, cualquier apuesta de mediano tamaño puede mover la cuota, reduciendo o eliminando las oportunidades de arbitraje. En tal sentido, los mercados que gozan de gran liquidez, tienden a presentar más oportunidades de arbitraje debido a la menor volatilidad en las cuotas.

b) El margen de la casa de apuestas en el encuentro deportivo

Levitt (2004) indica que, el margen que incluyen los bookmakers en las cuotas de mercados asociadas a los resultados de un evento deportivo reduce el yield del arbitrajista en esa apuesta debido a que el diferencial entre las cuotas de los resultados es menor. Los bookmakers que incorporan márgenes pequeños en sus cuotas ofrecen más oportunidades de arbitraje y de posible yield que los bookmakers que incorporan márgenes elevados en sus cuotas de mercado. Por ejemplo, en deportes como el tenis donde los márgenes en las cuotas son menores, existen mayores posibilidades para los arbitrajistas. Del mismo modo, las comisiones que suelen cobrar los betting exchanges también reducen el retorno para los arbitrajistas.

c) Velocidad de ajuste de las cuotas

Entre más rápido sea el ajuste de las cuotas, más eficiente informacional será el mercado de apuestas. La velocidad con la que los bookmakers ajustan las cuotas debido a nueva información de mercado o al volumen de colocaciones de apuestas, afecta el yield del arbitrajista. Miller y Davidow (2010) menciona que, en encuentros con alta volatilidad o incertidumbre, es decir, en encuentros donde sea difícil predecir el resultado, las cuotas se ajustan rápidamente, lo que dificulta la ejecución de la estrategia de arbitrage betting. Por otro lado, en encuentros deportivos menos populares, las cuotas pueden permanecer sin cambios por varios minutos, lo que permite aplicar la estrategia de arbitrage betting. El arbitrajista necesita que las cuotas se mantengan estables para poder completar la apuesta conjunta en todas las casas de apuestas involucradas, si la cuota en una de las casas de apuesta cambia rápido, pueden desaparecer la oportunidad de arbitraje y el retorno.

d) Los límites o la suspensión de cuentas

Los límites del tamaño de colocación de apuesta y la suspensión de cuentas son importantes para el retorno del arbitrajista. Asimismo, Miller y Davidow (2010) indica que, a veces los bookmakers imponen restricciones a los usuarios en los que detectan patrones de operar como arbitrajistas, como límites en el tamaño de sus apuestas e incluso, el cierre de sus cuentas. Estas restricciones pueden reducir el yield y rentabilidad de los arbitrajistas en la medida que no pueden aprovechar totalmente las diferencias de cuotas detectadas en un determinado evento por encontrarse limitados e incluso, puede darse el caso de que no pueda completar su apuesta si el límite le es impuesto mientras está operando, además, que no pueden aprovechar toda la oferta de cuotas disponibles en el mercado si su cuenta en determinado boomaker es suspendido. Asimismo, Buchdahl, J. (2016A), señala que existen límites de requerimientos de apuestas mínimas lo que podría llevar al apostador a apostar más de lo que había estimado colocar para concretar la estrategia de arbitrage betting, lo mismo ocurre si para un determinado evento el bookmakers establece un límite de ganancia en una apuesta, es decir, que ajusta establece un monto máximo a colocar en una apuesta para que el apostador no pueda obtener, finalmente, una ganancia mayor a determinado monto. Asimismo, estos límites en los tamaños de apuestas, obliga a los arbitrajistas a operar en múltiples bookmakers, lo que aumenta sus costos operativos, como costos de transacción, de monitoreo, de software, y reduce la rentabilidad esperada.

e) Tamaño de las colocaciones de apuestas

Es importante para el tamaño de la apuesta empleado esta estrategia porque impacta directamente en el yield a obtener. Sin embargo, si bien realizar apuestas de gran tamaño permite obtener mejores retornos, ocasiona, frecuentemente, que los bookmakers puedan detectar a los arbitrajistas. Paton y Vaughan Williams (2005) mencionan que, los arbitrajistas que aplican su estrategia con montos reducidos como 100 euros por resultado de evento deportivo, distribuido en cada bookmaker, es menos probable que sean detectados, sin embargo, sus ganancias netas son mucho menores a diferencia de los apostadores que operan con montos mayores en cada bookmaker.

f) Cantidad de bookmakers disponibles

Buchdahl, J. (2016A) menciona que, la cantidad de bookmakers que compiten en el mercado en los que el arbitrajista pueda colocar apuestas está relacionada positivamente con las oportunidades de arbitraje. A más bookmakers disponibles, el arbitrajista encontrará mayores

discrepancias entre las cuotas de un evento deportivo y, por ende, encontrará mayores y mejores oportunidades de arbitraje.

2.2.4 Eficiencia Informativa del Mercado de Apuestas Deportivas y la estrategia Arbitrage Betting

Como menciona Vaughan Williams (2008), la eficiencia informativa en el mercado de apuestas deportivas limita la estrategia de arbitrage betting. En mercados con eficiencia informativa semi fuerte o fuerte, las diferencias entre las cuotas ofrecidas por los bookmakers o comerciadas en los betting exchanges se corrigen rápido, lo que da una ventana corta de tiempo para tomar beneficio de estas oportunidades. Ello es más evidente en encuentros deportivos populares del fútbol europeo o torneos internacionales de tenis, donde al existir muchos apostadores, el mercado de apuestas es líquido y la información se actualiza rápidamente para todos los participantes.

a) Evidencia de eficiencia informativa semi-fuerte en el fútbol:

Croxson y Reade (2014) implementaron un estudio para analizar la eficiencia del mercado de apuesta deportiva en tiempo real utilizando data de la betting Exchange Betfair. Se centraron en la respuesta a las cuotas a la llegada de goles.

A partir de una muestra de 1,206 se analizaron un subconjunto encuentros en donde se anotaron 160 goles en los últimos 5 minutos antes del término del primer tiempo, lo que permitió el análisis del ajuste de las cuotas sin otras noticias relevantes existentes, lo que permite evaluar la existencia de eficiencia informativa semi-fuerte del mercado de forma más clara. Este análisis concluyó en que no se puede rechazar la hipótesis de que las cuotas no sólo se ajustan de manera instantánea a la llegada de un gol, sino que también no experimentan distorsiones durante el intervalo de medio tiempo. En otras palabras, las cuotas no se desvían de la información existente durante el descanso, lo que refuerza que, más allá de toda duda razonable, la reacción del mercado es semi-fuerte eficiente informativamente. En tal sentido, las cuotas integran rápida y con gran precisión la información del gol antes que comience la segunda mitad, lo que implica que los arbitrajistas cuentan con pocas oportunidades de arbitraje beneficiosas en este mercado.

b) Eficiencia informativa según la popularidad del evento deportivo

Asimismo, la eficiencia informativa no es la misma en todos los deportes, los deportes más populares en el mercado de apuestas como el fútbol y el tenis cuentan con mayor eficiencia

que otros deportes, como el críquet o el rugby. Esa diferencia se debe a la mayor disponibilidad de información y al mayor nivel de liquidez en los mercados de apuestas de deportes más populares. La liquidez del mercado de apuestas afecta la eficiencia. En eventos deportivos de mayor nivel de liquidez, como en el fútbol y tenis, el mercado tiende a ser más eficiente por la mayor información disponible, y la alta competencia entre bookmakers. Por otro lado, mercados con menor liquidez, como deportes poco populares, son menos eficientes y, pueden presentar más oportunidades para el arbitrajista. La liquidez es relevante para la eficiencia informacional de mercado, las oportunidades para el arbitrajista son más frecuentes en mercados poco líquidos, en el cual las cuotas difieren en demasía por la menor competencia entre bookmakers.

2.2.5 Limitaciones y riesgos de la estrategia de Arbitrage Betting

A pesar de que el Arbitrage Betting sea una estrategia que ofrezca retornos con poco o ningún riesgo, existen riesgos asociados a la implementación y limitaciones que deben ser considerados al implementar la estrategia. A continuación, se explica los más relevantes:

a) Costos de Transacción y Márgenes de Beneficio

Buchdahl (2016A) menciona que los bookmakers ofrecen cuotas de mercado cargados con márgenes que limitan significativamente yield a obtener en la estrategia de arbitraje. Los bookmaker, en las cuotas de mercado que ofrecen a los apostadores para los resultados de eventos, incorporan márgenes para garantizarse a ellos mismos una ganancia que no dependa del resultado del evento deportivo. El margen que cargan usualmente a las cuotas de mercado oscila entre 5% al 15%, lo que reduce las ganancias posibles de los arbitrajistas, e incluso, puede eliminar el yield de emplear la estrategia.

Ello también señalado por Cortis (2015), quien señala que los costos de transacción, como comisiones adicionales de los bookmakers, pueden erosionar las ganancias potenciales que se pueden obtener al colocar apuestas. Los márgenes a las cuotas son una barrera importante para obtener beneficios en el largo plazo para los arbitrajistas, pues limitan las oportunidades de manera que el yield se reduce.

b) Riesgos Operativos y Suspensión de Cuentas

Asimismo, los bookmakers monitorean las cuentas de los apostadores en busca de patrones de apuestas que den indicios de usar estrategias de arbitraje. Cuando ellos detectan esos patrones,

bien pueden limitar el volumen de operaciones del apostador o cerrar definitivamente su cuenta. Ello es un riesgo presente para los arbitrajistas al operar con diferentes bookmakers. Constantinou, Johnston y Clark (2012) advierten que el cierre de las cuentas es una limitación relevante. Los arbitrajistas que apuestan en los mercados competitivos, como el del fútbol europeo, son constantemente vigilados por los bookmakers, debido a que se retiran dinero del mercado asumiendo poco o ningún riesgo. Es así que, si el arbitrajista es detectado, el bookmaker puede cancelar la operación del apostador o ajustar las cuotas previo cierre de la colocación de la apuesta. Del mismo modo, la suspensión de cuentas es una limitación relevante para el yield de la estrategia de arbitraje. Si bien en el corto plazo te da oportunidad de obtener yield, el beneficio de aplicar la estrategia en el largo plazo dependerá de la capacidad para evitar de ser detectado y sancionado por los bookmakers.

c) Limitaciones Regulatorias y Legales

Paton y Vaughan Williams (2012) señalan que, en algunos países, las leyes regulan el mercado de apuestas deportivas, impidiendo que los arbitrajistas puedan operar en múltiples bookmakers, lo cual limitaría la capacidad de aplicar la estrategia de arbitraje debido a que encontrar discrepancias en las cuotas estaría restringido. Asimismo, existen zonas donde las apuestas en línea se encuentran prohibidas, lo que impediría a los arbitrajistas ingresar al mercado de apuestas.

d) Limitaciones Tecnológicas y Requerimientos de Ejecución Rápida

Constantinou, Johnston y Clark (2012) mencionan que la colocación de las apuestas la ser rápida para obtener beneficio de las estrategia de arbitrage betting. Debido al ajuste rápido de las cuotas en el mercado de apuestas, los arbitrajistas deben ser capaces de identificar y actuar sobre las oportunidades en solo segundos. Para ello, los apostadores deben contar con software de análisis de apuestas en tiempo real y gozar de conexión a Internet de alta velocidad, lo que puede representar una barrera para algunos apostadores individuales. Señalan Hausch y Ziemba (2008) que, la velocidad de colocación de una apuesta es crítica. Incluso cuando se identifican oportunidades de arbitraje, la demora en la ejecución de las apuestas puede conllevar a perder la oportunidad de arbitraje debido al rápido ajuste de las cuotas de los bookmakers. Por ende, los arbitrajistas deben contar con la habilidad para gestionar varios usuarios y/o plataformas de apuestas de manera simultánea, lo cual tiene complejidad operativa.

e) Limitaciones en la Disponibilidad de Datos y Análisis Predictivo

Strumbelj (2014) señala que la falta de datos certeros y recientes afectan la efectividad de la estrategia de arbitrage betting. Aunque las cuotas de mercado sean una fuente útil de información, no siempre muestran la probabilidad implícita ajustada a las probabilidades reales estimadas, debido al margen del bookmaker que está incorporando, así como manipulaciones de cuotas por sesgos de los apostadores. Además, la carencia de data histórica detallada dificulta el desarrollo de modelos predictivos certeros.

CONCLUSIONES

El análisis realizado en este trabajo ha permitido evaluar la viabilidad y efectividad del Value Betting como estrategia para obtener ganancias consistentes en el mundo de las apuestas deportivas. A partir del marco teórico y la evidencia empírica presentada, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Los modelos empíricos demuestran que el Value Betting puede generar rendimientos positivos en el largo plazo.

- La evidencia analizada con ChasingSteamers y WinnerOdds Tennis muestra que aplicar el Value Betting sistemáticamente permite obtener un yield positivo sostenido en muestras grandes.

El impacto de la varianza en el corto plazo puede distorsionar la percepción de rentabilidad.

- La estrategia de Value Betting no genera ganancias inmediatas ni constantes, ya que los resultados están sujetos a la aleatoriedad del corto plazo.
- El análisis de simulaciones muestra que en períodos cortos es posible atravesar rachas negativas prolongadas, aunque en un número significativo de apuestas, el valor esperado de lo apostado tiende a reflejarse en la rentabilidad real
- La evaluación del máximo drawdown (MDD) en las muestras analizadas confirma que los apostadores deben estar preparados para soportar periodos de pérdidas antes de ver resultados positivos.

Las casas de apuestas imponen restricciones que limitan la escalabilidad del Value Betting.

- A pesar de que el Value Betting ofrece una ventaja teórica, su aplicación en la práctica enfrenta obstáculos debido a las restricciones impuestas por las casas de apuestas.
- En los casos analizados, los apostadores ganadores fueron limitados o bloqueados en diversas plataformas algunos meses después de generar rendimientos consistentes, reduciendo su capacidad de seguir ejecutando la estrategia de manera indefinida.

El Value Betting no es una estrategia adecuada para todos los perfiles de apostadores.

- La aplicación exitosa del Value Betting requiere disciplina, acceso a herramientas analíticas y un enfoque de largo plazo, lo que lo diferencia del comportamiento de un apostador recreacional.

- La volatilidad inherente a esta estrategia implica que los apostadores deben tener una mentalidad orientada a la inversión y no esperar ganancias inmediatas.
- Si bien el Value Betting es una estrategia válida dentro del mercado de apuestas deportivas, no garantiza rentabilidad para todos los usuarios, y su éxito depende de factores como el acceso a información, la capacidad de ejecutar apuestas rápidamente y la resistencia a las limitaciones impuestas por las casas de apuestas.

Del mismo modo, el análisis realizado de la implementación de la estrategia de arbitrage betting permite concluir lo siguiente:

Viabilidad de la implementación de la Estrategia de Arbitrage Betting

La estrategia de arbitrage betting es cuenta con un enfoque similar al arbitraje en los mercados financieros, el arbitrajista de serle posible implementar su estrategia correctamente, puede obtener ganancias netas positivas sin importar el resultado del evento deportivo y obtener retornos positivos en el largo plazo a un muy bajo riesgo. Sin embargo, su implementación efectiva requiere profesionalismo, ejecución rápida y una gestión adecuada de su bankroll.

Existencia de Oportunidades de Arbitraje y rentabilidad

El análisis de Franck et al. (2011) muestra que las oportunidades de arbitraje en los mercados de apuestas deportivas ocurren poco y desaparecen de forma rápida. En el caso de que el arbitrajista solo comercie con bookmakers, la frecuencia de oportunidades de arbitraje era baja (0.98%) Sin embargo, cuando comerciaba tanto con bookmakers y la betting exchange, las oportunidades aumentan hasta un 19%, con retornos promedio entre 0.9% y 1.7%.

Factores que Afectan la Rentabilidad del arbitrage betting

Se analizaron los factores principales que afectan la rentabilidad de la estrategia, y se concluye que:

- Liquidez del mercado: cuanto mayor sea la liquidez en el mercado, mayor estabilidad en las cuotas de mercado y mejores oportunidades para implementar la arbitrage betting.
- Margen de los bookmakers: los márgenes altos que cargan los bookmakers a las cuotas, reducen la rentabilidad del arbitrajista.
- Velocidad de Ajuste de las Cuotas: los mercados más eficientes informacionalmente cuentan con una ventaja de tiempo breve para aplicar la estrategia por el ajuste rápido de las cuotas

- Restricciones de los bookmakers: el limitar el tamaño de las apuestas o suspender las cuentas de arbitrajistas, dificulta la implementación de la estrategia.
- Número de bookmakers disponibles: Cuantas más bookmakers hayan, mayor será la posibilidad de encontrar discrepancias entre cuotas, y mayor la posibilidad de rentabilidad.

Eficiencia Informativa del Mercado

- Estudios como el de Croxson y Reade (2014) demuestran que las cuotas se ajustan rápidamente a nueva información, y que no se puede rechazar que el mercado de apuestas de fútbol sea eficiente semi-fuerte informacionalmente, lo que reduce las ventanas de oportunidad para los arbitrajistas.
- La eficiencia informativa en los mercados de apuestas deportivas, especialmente en eventos populares, limita las oportunidades de arbitraje, pero se puede encontrar oportunidades de arbitraje en eventos no tan populares.

Limitaciones y riesgos del arbitraje betting

- Costos de transacción y márgenes: los márgenes incorporados en las cuotas y las comisiones de los betting exchanges reducen las ganancias potenciales de los arbitrajistas.
- Riesgos operativos: la detección y suspensión de cuentas por parte de los bookmakers es un riesgo significativo para los arbitrajistas pues les resta oportunidades de encontrar cuotas atractivas para implementar la estrategia.
- Limitaciones regulatorias: las restricciones legales pueden impedir la operación en varios bookmakers, lo que limita la implementación de la estrategia de arbitraje.
- Requerimientos tecnológicos: la ejecución rápida de apuestas requiere software especializado para detectar discrepancias en las cuotas y de conexiones de internet de alta velocidad, lo que puede ser una barrera para algunos apostadores que no cuenten con el conocimiento y capital requerido.
- Disponibilidad de datos: la falta de datos históricos y precisos dificulta el desarrollo de modelos predictivos efectivos para detectar valor en las cuotas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beggy, J., Kim, D., Mucaj, K., & Nordell, J. (2023). An investigation of sports betting selection and sizing. *Wharton Sports Analytics Student Research Journal*.
- Bernal, J. (2019). Las apuestas deportivas como alternativa de inversión. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/151683/Bernal%20-%20Las%20apuestas%20deportivas%20como%20alternativa%20de%20inversi%C3%B3n.pdf>
- Buchdahl, J. (2016A). *Fixed odds sports betting: Statistical forecasting and risk management*. Springer.
- Buchdahl, J. (2016B). *Squares & sharps, suckers & sharks: The science, psychology & philosophy of gambling*. Oldcastle Books.
- Buchdahl, J. (2017). *Using the Wisdom of the Crowd to Find Value in a Football Match Betting Market*. Football-Data. https://www.football-data.co.uk/wisdom_of_crowd_bets
- Buchdahl, J. (2018a). *Good and back luck: The thin line of expectation*. Pinnacle. Recuperado el 30 de diciembre de 2024, de <https://www.pinnacle.com/betting-resources/en/educational/good-and-back-luck-the-thin-line-of-expectation/4vb2lnk15tp8jdz>
- Buchdahl, J. (2018b). *Testing your Betting Model*. Pinnacle. Recuperado el 3 de enero de 2025, de https://www.football-data.co.uk/blog/model_testing.php
- Constantinou, A. C., Johnston, M. L., & Clark, M. (2012). Profiting from arbitrage in online betting markets. *Journal of Prediction Markets*, 6(4), 35–56.
- Cortis, J. (2015). Expected values and variances in bookmaker payouts: A theoretical approach towards setting limits on odds. *Journal of Prediction Markets*, 9(2), 75–94. <https://doi.org/10.5750/jpm.v9i1.987>
- Croxson, K., & Reade, J. J. (2014). Information and efficiency: Goal arrival in soccer betting. *Economic Journal*, 124(574), 62–77.
- Towend, D. (2003). *Sports spread betting*. [PDF file].High Stakes Publishing.

- Dolan, K. (2017). *The complete guide to sports betting: The six key betting principles*.
- Figueres, M. (2020). *Hoja de cálculo para conocer el P-Value y Drawdown Máximo Esperado de un sistema de apuestas deportivas*. WinnerOdds. Recuperado el 3 de enero de 2025, de <https://winnerodds.com/valuebettingblog/es/p-value-drawdown-maximo-esperado-apuestas/>
- Figueres, M. (2024) *Understand risk and variance of a system like WinnerOdds* [Video]. YouTube. https://youtu.be/sEbikV3dnVs?si=IEDmC2o8XKq_6V-z
- Franck, E., Verbeek, E., & Nüesch, S. (2010). *Prediction accuracy of different market structures—Bookmakers versus a betting exchange*. *Journal of Sports Economics*, 11(5), 509–521.
- Franck, E., Verbeek, E., & Nüesch, S. (2011). *Inter-market arbitrage in betting*. *Journal of Prediction Markets*, 5(2), 1–20.
- Grant, A., Oikonomidis, A., Bruce, A. C., & Johnson, J. E. V. (2018). *New entry, strategic diversity and efficiency in soccer betting markets: The creation and suppression of arbitrage opportunities*.
- Hausch, D. B., & Ziemba, W. T. (2008). *Handbook of sports and lottery markets*. Elsevier.
- La Vanguardia. (2024, agosto 2). *Djokovic, con problemas de rodilla: “Estoy muy preocupado”*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/deportes/tenis/20240802/9848541/djokovic-problemas-rodilla-peligra-semifinales-preocupado.html>
- Levitt, S. D. (2004). *Why are gambling markets organised so differently from financial markets?* *Economic Journal*, 114(495), 223–245.
- Mauboussin, M. J. (2012). *The success equation: Untangling skill and luck in business, sports, and investing*. Harvard Business Review Press.
- Miller, E., & Davidow, M. (2010). *The logic of sports betting*. Two Plus Two Publishing.
- Mlodinow, L. (2008). *The drunkard’s walk: How randomness rules our lives*. Pantheon Books.
- Moskowitz, T. J. (2016). *Asset pricing and sports betting*.

- Nishikori [The Betting Institute] (2023, junio 26). Understanding Closing Line Value (CLV) in Sports Betting - Part I [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=uLJUhbFD_U
- Paton, D., & Vaughan Williams, L. (2005). *Forecasting outcomes in spread betting markets: Can bettors use quasi-arbitrage to beat the book?* *Journal of Forecasting*, 24(4), 265–282.
- Paton, D., & Vaughan Williams, L. (2012). *The economics of gambling*. Edward Elgar Publishing.
- Pinnacle. (2017). *Introducing betting resources*. Recuperado el 30 de diciembre de 2024, de <https://www.pinnacle.com/betting-resources/en/educational/introducing-betting-resources/esd2aszrnrgrd5x9p>
- Ramesh, S., Mostofa, R., Bornstein, M., & Dobelman, J. (2019). Beating the house: Identifying inefficiencies in sports betting markets [PDF file].
- Snowberg, E., & Wolfers, J. (2010). *Explaining the Favorite-Longshot Bias: Is it Risk-Love or Misperceptions?* *Journal of Political Economy*, 118(4), 723-746. <https://doi.org/10.1086/655844>
- Spherical Insights & Consulting. (2024). *Global online gambling market outlook, insights - 2033*. Spherical Insights & Consulting. <https://www.sphericalinsights.com/reports/online-gambling-market>
- Statista Research Department. (2024). *Global online gambling industry market size 2017-2029*. Statista. <https://www.statista.com/forecasts/270728/market-volume-of-online-gaming-worldwide>
- Strumbelj, E. (2014). *On determining probability forecasts from betting odds*. Springer.
- Surowiecki, J. (2004). *The wisdom of crowds: Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies, and nations*. Doubleday.
- Thorp, E. O. (1984). *The mathematics of gambling*. Gambling Times.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291. <https://doi.org/10.2307/1914185>

Vaughan Williams, L. (2008). *Information efficiency in financial and betting markets*. Edward Elgar Publishing.

Winston, W. L. (2009). *Mathletics: How gamblers, managers, and sports enthusiasts use mathematics in baseball, basketball, and football*. Princeton University Press.

Wong, S. (2011). *Sharp sports betting*. PiYee Press.