



MODELO DE BUSINESS INTELLIGENCE EN WATERPOLO AMATEUR: ANÁLISIS DE RENDIMIENTO CON DATOS BÁSICOS “CASO NEWELL’S OLD BOYS”

Universidad Abierta Interamericana (UAI)

Autor: Tobias Elizathe

Profesora: Alejandro Sartorio

Carrera: Licenciatura en Gestion de Tecnologia
Informatica

**Tesis Final de Carrera para obtener el titulo de
Licenciatura en Gestion de Tecnologia Informatica**

2025

Resumen

El análisis de rendimiento en deportes amateurs enfrenta una barrera estructural: las metodologías de Business Intelligence (BI) existentes requieren infraestructura tecnológica y datos complejos inaccesibles para clubes con recursos limitados. Este trabajo demuestra que un modelo analítico basado en BI puede implementarse utilizando únicamente planillas oficiales básicas, sin sistemas operativos ni dashboards funcionales.

Se digitalizaron y estructuraron datos de cinco partidos oficiales del equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys, definiendo nueve indicadores clave de rendimiento (KPIs) verificables: eficiencia en superioridad numérica ($ESN = 64,8\%$), eficiencia defensiva en inferioridad, balance ofensivo-defensivo ($-3,4$) y carga disciplinaria ($10,0$ expulsiones/partido).

Los resultados evidencian patrones tácticos cuantificables: alta variabilidad en ESN ($40\%–100\%$), asociación observada entre expulsiones y balance negativo, y mejora ofensiva progresiva por período. El estudio no implementó sistemas operativos ni validó la adopción del modelo con usuarios finales; constituye una demostración conceptual de viabilidad que establece bases metodológicas para futuras implementaciones en contextos amateurs con datos limitados.

Palabras clave

Nota: Las palabras clave han sido verificadas y seleccionadas en concordancia con términos controlados de tesauros y repositorios académicos (IEEE Thesaurus; ACM Computing Classification System; Tesauro UNESCO / DeCS), priorizando términos reconocidos en literatura sobre análisis de rendimiento y Business Intelligence.

Palabras Claves: Business Intelligence deportivo; Análisis de rendimiento; Indicadores clave de rendimiento; Waterpolo amateur; Análisis notacional; Deporte de bajo presupuesto

Abstract

Performance analysis in amateur sports faces a structural barrier: existing Business Intelligence (BI) methodologies require technological infrastructure and complex datasets that are inaccessible to clubs with limited resources. This study demonstrates that an analytical BI model can be implemented using only basic official match sheets, without operational systems or functional dashboards. Data from five official matches of the amateur water polo team of Club Atlético Newell's Old Boys were digitized and structured, defining nine verifiable key performance indicators (KPIs): numerical superiority efficiency (ESN = 64,8%), defensive efficiency in inferiority, offensive–defensive balance (–3.4), and disciplinary load (10.0 exclusions per match). The results reveal quantifiable tactical patterns, including high ESN variability (40%–100%), a correlation between exclusions and negative balance, and progressive offensive improvement across periods. Although the study did not implement operational systems nor validate user adoption, it provides a conceptual demonstration of feasibility that establishes methodological foundations for future BI implementations in amateur contexts with limited data availability.

Keywords

Note: Keywords were verified and selected in accordance with controlled vocabularies and academic repositories (IEEE Thesaurus; ACM Computing Classification System; UNESCO/DeCS Thesaurus), prioritizing terms recognized in the literature on performance analysis and Business Intelligence.

Keywords (English): Sports Business Intelligence; Performance analysis; Key performance indicators; Amateur water polo; Notational analysis; Low-budget sport

Índice

Resumen.....	2
Palabras clave.....	2
Keywords.....	3
Capítulo 1 - Introducción.....	8
1.1 Contexto y motivación.....	8
1.2 Planteamiento del problema y justificación de la propuesta.....	9
1.2.1 Impacto esperado y escenarios de aplicación.....	10
1.4 Objetivo del Trabajo Final.....	11
1.4.1 Delimitación del alcance del estudio.....	11
1.5 Objetivos particulares.....	12
Tabla 1 - Objetivos particulares del estudio y su fundamentación.....	12
1.6 Contribuciones principales.....	13
1.7 Fundamentación de la elección del tema.....	14
1.8 Estructura general de la tesis.....	14
1.9 Pregunta de Investigación e Hipótesis.....	15
Tabla 2. Variables de la hipótesis.....	15
Capítulo 2 - Justificación del Proyecto.....	17
2.1 Fundamentación general.....	17
2.2 Aportes del estudio (académicos, metodológicos y sociales).....	18
2.3 Relevancia y alcance del proyecto.....	19
Capítulo 3 – METODOLOGÍA.....	20
3.1 Introducción: La metodología como eje estructurante de la investigación.....	20
3.2 El equipo amateur de waterpolo como ámbito del proyecto.....	21
3.2.1 Paradigma de investigación.....	21
3.2.2 Pilares metodológicos.....	21
3.3 Diseño de la investigación.....	22
3.3.1 Tipo de estudio.....	22
3.3.2 Unidad de análisis.....	22
3.3.4 Instrumentos de recolección y análisis de datos.....	22
3.3.5 Técnicas de análisis.....	23
3.4 Etapas del desarrollo metodológico.....	23
Tabla 3. Etapas metodológicas del proceso de análisis BI aplicado al waterpolo amateur.....	23
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso metodológico.....	25
3.5 Técnicas de recolección y organización de datos.....	26
3.5.1 Variables incluidas en el análisis.....	26
3.5.2 Proceso de digitalización.....	26
3.5.3 Criterios de inclusión y exclusión de datos.....	27
3.6 Criterios de validación y evaluación.....	28

Tabla 4. Criterios de validación aplicados al proceso analítico.....	28
3.7 Factores condicionantes y limitaciones metodológicas.....	29
3.7.1 Limitaciones de los datos.....	29
3.7.2 Limitaciones tecnológicas.....	29
3.7.3 Factores contextuales.....	29
3.7.4 Compensación mediante el enfoque BI.....	29
3.8 Herramientas y tecnologías utilizadas.....	30
3.8.1 Software de procesamiento de datos.....	30
3.8.2 Herramientas de visualización (conceptuales).....	30
3.8.3 Justificación de selección de herramientas.....	30
3.9 Síntesis del enfoque metodológico.....	30
3.10 Cronograma del proyecto.....	31
Tabla 5. Cronograma de actividades del proyecto (abril – noviembre 2025)	
31	
CAPÍTULO 4 – Contexto Institucional y caso de estudio.....	32
Introducción al capítulo.....	32
4.1 Descripción institucional: Club Atlético Newell's Old Boys.....	32
4.1.1 Alcance del caso de estudio.....	32
4.2 El equipo amateur de waterpolo como ámbito del proyecto.....	33
4.2.1 Características del registro de datos.....	33
4.2.2 Situación previa al estudio.....	33
4.2.3 Justificación de la elección del waterpolo.....	33
4.3 Recursos organizativos y tecnológicos disponibles.....	34
4.3.1 Recursos tecnológicos.....	34
4.3.2 Herramientas accesibles identificadas.....	34
4.3.3 Estructura organizativa.....	34
4.4 Replicabilidad del modelo en contextos similares.....	35
4.5 Síntesis del contexto institucional.....	35
Capítulo 5 – Marco teórico y Estado del Arte.....	37
5.1. Business Intelligence: fundamentos conceptuales.....	37
5.2. BI aplicado al deporte.....	37
5.3. Análisis notacional como base metodológica.....	38
5.4. Indicadores clave de rendimiento (KPIs) en deportes de conjunto.....	38
Tabla 6. Indicadores clave de rendimiento: definición, fórmula y fundamentación teórica.....	39
5.5. BI y rendimiento deportivo.....	40
5.6. Síntesis del marco teórico.....	41
5.7 Introducción al análisis de rendimiento deportivo.....	41
5.8 Aplicación de la Inteligencia de Negocios (BI) en el deporte.....	42
5.9 Brecha de investigación: hacia un BI adaptado al contexto amateur.....	43
5.10 KPI específicos y modelos de análisis aplicados al waterpolo.....	44

Tabla 7. Indicadores clave de rendimiento seleccionados para el análisis de waterpolo amateur.....	44
5.11 Marco tecnológico y organizacional de referencia.....	46
5.12 Evaluación de adopción y madurez tecnológica.....	46
5.13 Posicionamiento del presente estudio dentro del estado del arte.....	47
5.14 Síntesis crítica del marco teórico.....	49
Capítulo 6 - Aplicación del enfoque BI: caso de estudio.....	51
6.1 Introducción.....	51
Figura 2. Modelo conceptual del proceso analítico basado en Business Intelligence.....	52
6.2 Contexto del Caso de Estudio.....	53
6.3 Selección de Indicadores Clave de Rendimiento.....	54
Tabla 8. Indicadores clave de rendimiento utilizados en el análisis.....	54
6.4 Construcción del Modelo Analítico BI.....	56
6.5 Ejemplo de Aplicación del Enfoque BI.....	57
6.6 Cálculo de Indicadores y Procesamiento de Datos.....	57
6.6.1 Origen y estructura de los datos.....	58
6.6.2 Procesamiento de la información.....	58
6.6.3 Formulación de los indicadores.....	58
Tabla 9. Fórmulas de los indicadores clave de rendimiento (KPIs).....	59
6.6.4 Ejemplo de aplicación de cálculo.....	60
Tabla 10. Ejemplo real de variables registradas en una planilla oficial de partido.....	60
6.6.5 Síntesis.....	61
6.7 Ventajas y Desafíos del Enfoque.....	61
Tabla 11. Ventajas y desafíos del enfoque de Business Intelligence aplicado al deporte amateur.....	61
6.8 Conclusión del Capítulo.....	62
Capítulo 7 – Evaluación y Resultados.....	64
7.1 Introducción.....	64
7.2 Procedimiento de Evaluación.....	64
7.3 Resultados Cuantitativos: Desempeño y Rendimiento.....	65
Tabla 12. Resultados de los indicadores clave de rendimiento (KPIs).....	66
7.3.1 Interpretación táctica contextualizada.....	68
7.3.2 Análisis de correlaciones básicas.....	68
7.3.3 Comparación con benchmarks externos.....	68
Tabla 13 - Comparación de indicadores del estudio con benchmarks externos.....	68
7.4 Síntesis de los Resultados.....	69
Capítulo 8 – Conclusiones y Trabajos Futuros.....	71
8.1 Conclusiones Generales.....	71

8.1.1 Aporte innovador.....	71
8.1.2 Hallazgos clave.....	71
8.1.3 Impacto práctico real.....	72
8.2 Limitaciones del Estudio.....	72
8.3 Proyecciones y Trabajos Futuros.....	73
8.3.1 Proyecciones cualitativas sobre adopción del modelo BI.....	75
Tabla 14. Dimensiones cualitativas del enfoque BI y su relación con el caso de estudio.....	75
Cierre del apartado.....	76
8.4 Cierre Final.....	77
Acrónimos.....	78
Referencias Bibliográficas.....	79
Anexos.....	82
Anexo A – Planillas Originales y Proceso de Extracción de Datos.....	82
A.1 Variables extraídas de las planillas originales.....	82
Tabla A.1 – Variables deportivas extraídas de las planillas oficiales.....	82
A.2 Proceso de digitalización de las planillas.....	84
A.3 Criterios de validación aplicados a los datos extraídos.....	84
A.4 Propósito del Anexo.....	85
Anexo B – Estructura de Base de Datos para Modelado BI.....	90
Tabla 15. Estructura conceptual de base de datos.....	91
Esta estructura permite calcular los KPIs y posteriormente importarlos a un entorno BI para la elaboración de tableros dinámicos.....	92
Anexo C – Representación Conceptual de Tablero BI.....	92
Figura C.1. Prototipo de tablero BI desarrollado en Power BI Desktop, basado en los indicadores clave calculados para los cinco partidos analizados.....	92
Anexo D – Ejemplo de Cálculo de Indicadores.....	94
Tabla 16. Cálculo alternativo de KPIs.....	94
Estos cálculos sirvieron como base para la simulación de análisis BI presentada en el Capítulo 7.....	95
Anexo E – Limitaciones y Futuras Extensiones del Modelo.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos particulares del estudio y su fundamentación.....	12
Tabla 2. Variables de la hipótesis.....	15
Tabla 3. Etapas metodológicas del proceso de análisis BI aplicado al waterpolo amateur.....	23
Tabla 4. Criterios de validación aplicados al proceso analítico.....	28
Tabla 5. Cronograma de actividades del proyecto (abril – noviembre 2025).....	31
Tabla 6. Indicadores clave de rendimiento: definición, fórmula y fundamentación teórica.....	39
Tabla 7. Indicadores clave de rendimiento seleccionados para el análisis de waterpolo amateur.....	44
Tabla 8. Indicadores clave de rendimiento utilizados en el análisis.....	54
Tabla 9. Fórmulas de los indicadores clave de rendimiento (KPIs).....	59
Tabla 10. Ejemplo real de variables registradas en una planilla oficial de partido.....	60
Tabla 11. Ventajas y desafíos del enfoque de Business Intelligence aplicado al deporte amateur.....	61
Tabla 12. Resultados de los indicadores clave de rendimiento (KPIs).....	66
Tabla 13. Comparación de indicadores del estudio con benchmarks externos....	68
Tabla 14. Dimensiones cualitativas del enfoque BI y su relación con el caso de estudio.....	75
Tabla 15. Estructura conceptual de base de datos.....	91
Tabla 16. Cálculo alternativo de KPIs.....	94
Tabla A.1. Variables deportivas extraídas de las planillas oficiales.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso metodológico.....	25
Figura 2. Modelo conceptual del proceso analítico basado en Business Intelligence.....	52
Figura C.1. Prototipo de tablero BI desarrollado en Power BI Desktop.....	92

Capítulo 1 - Introducción

Este capítulo presenta el contexto general de la investigación, la problemática identificada y los objetivos del trabajo. A su vez, se establece la justificación del tema elegido y se presenta la pregunta de investigación y la hipótesis de trabajo.

1.1 Contexto y motivación

En los deportes amateurs, la mayoría de las decisiones tácticas y estratégicas se basan en la observación subjetiva de entrenadores y jugadores, sin acceso a herramientas de análisis sistemático que permitan evaluar objetivamente el rendimiento individual y colectivo (O'Donoghue, 2014; Wright et al., 2014). Esta situación limita la posibilidad de identificar patrones de juego, diagnosticar debilidades sistemáticas y fundamentar estrategias con evidencia cuantitativa.

A pesar del crecimiento exponencial del análisis de datos en el deporte profesional durante la última década (Rein & Memmert, 2016; Gómez-Carmona et al., 2020), el uso del Business Intelligence (BI) en el deporte amateur sigue siendo limitado debido a factores como los recursos económicos restringidos, la falta de especialistas en análisis de datos y la ausencia de metodologías accesibles (Silva et al., 2023; Zhang et al., 2024).

En disciplinas de alta complejidad táctica, como el waterpolo, la literatura evidencia que la simple observación visual es insuficiente para identificar patrones de juego, evaluar tendencias o diagnosticar debilidades de manera precisa (Hughes & Franks, 2004; Mujika & Orbananos, 2014). Las herramientas avanzadas de análisis, ampliamente utilizadas en el alto rendimiento, resultan inaccesibles para instituciones con recursos limitados (Carling, Williams & Reilly, 2005; Kovacs et al., 2024).

En consecuencia, los clubes amateurs carecen de estrategias objetivas para medir su rendimiento o fundamentar sus decisiones técnicas (Wright et al., 2014). Esta investigación busca demostrar que los principios del Business Intelligence pueden aplicarse eficazmente al análisis del rendimiento deportivo amateur utilizando únicamente datos básicos provenientes de planillas oficiales de competencia. Tomando como caso de estudio al equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys, el trabajo propone un análisis exploratorio y demostrativo sobre cómo estructurar, analizar y visualizar datos deportivos básicos mediante metodologías de bajo costo y alta replicabilidad, sin requerir el desarrollo de software propio.

1.2 Planteamiento del problema y justificación de la propuesta

El problema central de esta investigación es la falta de metodologías de análisis de rendimiento adaptadas a contextos deportivos amateurs con recursos limitados. Mientras que en el ámbito profesional se utilizan sistemas avanzados de Business Intelligence, tracking posicional y videoanálisis automatizado (Pereira et al., 2021; Moreno & Ponce, 2024), los clubes amateurs continúan dependiendo de registros manuales y observaciones subjetivas (Silva et al., 2023).

Esta brecha metodológica genera diversas consecuencias identificadas en la literatura especializada, entre ellas:

- Dificultad para evaluar objetivamente el rendimiento individual y colectivo (O'Donoghue, 2014).
- Carencia de indicadores cuantificables que respalden las decisiones tácticas (Hughes & Franks, 2004).
- Escasez de herramientas accesibles capaces de transformar datos simples en información estratégica (Zhang et al., 2024).
- Dependencia casi total de la percepción subjetiva del cuerpo técnico (Wright et al., 2014).

La relevancia del tema radica en mostrar que es posible profesionalizar el análisis del rendimiento en clubes amateurs mediante enfoques accesibles de BI, contribuyendo así a reducir la brecha tecnológica existente entre el deporte profesional y el amateur (Carling, Williams & Reilly, 2005; Kovacs et al., 2024) y promoviendo una toma de decisiones más objetiva y basada en evidencia.

1.2.1 Impacto esperado y escenarios de aplicación

La implementación del modelo propuesto ofrece un conjunto de beneficios prácticos para entrenadores y cuerpos técnicos de equipos amateurs. La literatura especializada en rendimiento (Escalante et al., 2011) respalda la necesidad de analizar el comportamiento por períodos y comprender la dinámica táctica en deportes intermitentes como el waterpolo.

- **Identificar períodos de vulnerabilidad defensiva.**
El análisis segmentado por cuartos en línea con los patrones descritos por Lupo et al. (2010) permite detectar momentos críticos del partido donde aumentan los goles recibidos.
- **Cuantificar el impacto disciplinario.**
La relación entre expulsiones y rendimiento negativo coincide con investigaciones previas que analizan la influencia del hombre de menos en el resultado (Lupo et al., 2010).
- **Fundamentar decisiones con evidencia verificable.**
La sistematización de KPIs permite reemplazar percepciones subjetivas por métricas observables, coherente con las tendencias actuales de análisis descritas en estudios de rendimiento (Escalante et al., 2011).

Caso hipotético de uso.

Si el dashboard muestra un ESN=40% en un partido (por debajo del promedio del equipo: 64.8%), se pueden identificar deficiencias en el sistema ofensivo 6x5, un aspecto señalado repetidamente en la literatura como determinante del resultado (Lupo et al., 2010).

Este modelo es particularmente relevante para los 47 clubes que integran la Liga Nacional B argentina, los cuales según datos institucionales de la CADDA no cuentan con sistemas estructurados de análisis táctico.

1.3 Propuesta

El presente trabajo aborda esta brecha mediante un modelo conceptual de Business Intelligence aplicado al análisis de planillas oficiales de waterpolo amateur. A partir de registros básicos de encuentros (goles por período, superioridades numéricas, expulsiones), se organizaron los datos en una estructura analítica que permitió calcular indicadores clave de rendimiento (KPIs) y observar patrones tácticos cuantificables. El estudio muestra cómo el BI podría mejorar la comprensión del juego sin requerir el desarrollo de software propio, sino empleando metodologías de análisis visual, tableros comparativos y métricas deportivas verificables. El objetivo principal no es desarrollar una nueva herramienta tecnológica, sino demostrar cómo los principios del BI pueden emplearse para transformar registros deportivos básicos en información útil para la toma de decisiones tácticas y la planificación del entrenamiento, utilizando datos reales de partidos de Newell's para ejemplificar su potencial.

1.4 Objetivo del Trabajo Final

Evaluar la viabilidad de aplicar principios de Business Intelligence al análisis de rendimiento en waterpolo amateur, mediante la estructuración y procesamiento de datos provenientes de planillas oficiales básicas, con el fin de generar indicadores cuantificables que permitan una interpretación estructurada del rendimiento del equipo Newell's Old Boys.

1.4.1 Delimitación del alcance del estudio

El presente trabajo debe entenderse como un estudio exploratorio–conceptual. Se limita a demostrar la viabilidad técnica de aplicar principios básicos de Business Intelligence (BI) utilizando únicamente los datos mínimos registrados en planillas oficiales de competencia. No se implementó un sistema BI operativo, no se desarrollaron dashboards funcionales y no se evaluó el impacto del modelo en decisiones tácticas reales del cuerpo técnico. Las visualizaciones incluidas constituyen representaciones conceptuales (mockups) y las interpretaciones tácticas derivadas son proyecciones basadas en literatura y en los patrones cuantitativos observados, no evidencia empírica validada con usuarios. El alcance práctico del modelo requiere estudios futuros con implementación real y participación del cuerpo técnico.

1.5 Objetivos particulares

Los objetivos particulares del trabajo se orientan a demostrar cómo el uso de enfoques de Business Intelligence (BI) puede optimizar la toma de decisiones técnicas y estratégicas en el contexto del deporte amateur, específicamente en el equipo de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys.

Cada objetivo deriva de los vacíos identificados en la literatura sobre análisis deportivo y gestión basada en datos, y se enmarca en una investigación aplicada de carácter descriptivo–explicativo.

Tabla 1 - Objetivos particulares del estudio y su fundamentación

La Tabla 1 organiza los objetivos particulares de la investigación, detallando para cada uno su desarrollo específico y la justificación teórica correspondiente. Esta estructura permite comprender cómo cada objetivo se deriva directamente de las limitaciones identificadas en la literatura y de la disponibilidad real de datos en contextos amateurs. Además, la tabla demuestra la coherencia entre el propósito general del estudio y los pasos metodológicos que orientaron el relevamiento, digitalización, análisis y evaluación del enfoque de Business Intelligence aplicado al waterpolo. Así, los objetivos se articulan como un puente entre el problema de investigación y las decisiones metodológicas adoptadas.

Objetivo Particular (corregido)	Desarrollo enriquecido	Justificación
1. Evaluar la viabilidad metodológica de transformar registros manuales en datos estructurados para análisis BI.	Analizar el proceso mediante el cual los datos de las planillas oficiales (goles por periodo, superioridades, expulsiones, etc.) pueden convertirse en un conjunto digital fiable y consistente.	La literatura destaca que la calidad del análisis depende de la transformación adecuada de registros manuales (Hughes & Bartlett, 2002).
2. Establecer un modelo de estructura de datos simple y replicable acorde con principios de Business Intelligence.	Diseñar un esquema tabular estandarizado que permita organizar de forma coherente los datos provenientes de las planillas y habilite su uso analítico.	En el ciclo de BI, la normalización y estandarización de datos es un paso metodológico previo al análisis (Turban et al., 2011).
3. Definir indicadores analíticos derivados únicamente de los datos disponibles.	Seleccionar y aplicar KPIs calculables con la información registrada: ESN, EDI, goles por periodo, balance GF–GC y carga disciplinaria.	La consistencia entre datos disponibles e indicadores es fundamental para la validez analítica (Sarmiento et al., 2014).

4. Analizar patrones y tendencias del rendimiento del equipo a partir de KPIs verificables.	Examinar variaciones ofensivas, defensivas y situacionales en los cinco partidos registrados.	El análisis BI permite identificar patrones incluso en muestras pequeñas (Pereira et al., 2021).
5. Proponer un modelo conceptual de visualización que represente cómo un sistema BI podría apoyar la interpretación táctica.	Elaborar ejemplos de dashboards no operativos que ilustren el potencial interpretativo de los KPIs.	La visualización es un componente central del BI que mejora la toma de decisiones (Moreno & Ponce, 2024).
6. Evaluar la aplicabilidad del enfoque BI en contextos amateurs con datos limitados.	Analizar beneficios y limitaciones del uso de BI en entornos sin infraestructura tecnológica avanzada.	La adopción del BI depende de la cultura institucional y de la disponibilidad de datos (Wright et al., 2014).

1.6 Contribuciones principales

El presente trabajo aporta una reflexión sistemática sobre la aplicabilidad del enfoque de Business Intelligence (BI) al análisis del rendimiento deportivo en contextos amateurs. Las contribuciones principales se estructuran de la siguiente manera:

- **Contribución teórica:**

Integración de conceptos provenientes del Business Intelligence y del análisis de rendimiento deportivo, identificando indicadores clave de rendimiento (KPIs) relevantes para el waterpolo amateur y respaldados por la literatura especializada.

- **Contribución metodológica:**

Propuesta de un modelo analítico replicable que muestra cómo organizar, estructurar y transformar datos simples provenientes de planillas manuales en métricas cuantitativas mediante los principios del enfoque BI, sin requerir el desarrollo de un sistema informático ni de herramientas avanzadas.

- **Contribución práctica:**

Demostración de la viabilidad del uso del enfoque BI en entornos con recursos limitados, mediante la elaboración de representaciones conceptuales, ejemplos de cálculo y estructuras de datos que facilitan la interpretación táctica del rendimiento.

- **Contribución disciplinar:**

Extensión del campo de aplicación del Business Intelligence hacia el deporte amateur, promoviendo prácticas analíticas accesibles y de bajo costo que fomentan la profesionalización progresiva del análisis deportivo.

1.7 Fundamentación de la elección del tema

La elección de este tema surge de la necesidad de incorporar metodologías objetivas de análisis del rendimiento en el deporte amateur, donde la mayoría de las decisiones tácticas continúan basándose en observaciones subjetivas del cuerpo técnico y en la experiencia individual de los jugadores. En disciplinas de alta complejidad táctica, como el waterpolo, la literatura evidencia que la simple observación visual es insuficiente para identificar patrones de juego, evaluar tendencias o diagnosticar debilidades de manera precisa (Hughes & Franks, 2004; Mujika & Orbananos, 2014).

A esto se suma la brecha tecnológica existente entre el deporte profesional y el amateur: las herramientas avanzadas de análisis, ampliamente utilizadas en el alto rendimiento, resultan inaccesibles para instituciones con recursos limitados (Carling, Williams & Reilly, 2005). En este contexto, el Business Intelligence se presenta como una alternativa viable y de bajo costo para transformar datos simples como las planillas oficiales de partido en información estructurada que permita mejorar la toma de decisiones.

La pertinencia del tema radica, por tanto, en demostrar que es posible profesionalizar el análisis del rendimiento en clubes amateurs mediante el uso de enfoques accesibles de BI, contribuyendo a reducir la brecha tecnológica y a fomentar una toma de decisiones más objetiva y basada en evidencia.

1.8 Estructura general de la tesis

La tesis se estructura en ocho capítulos organizados de manera progresiva. El Capítulo 1 introduce el problema de estudio, la propuesta general, los objetivos y la hipótesis de trabajo. El Capítulo 2 desarrolla la justificación del proyecto, fundamentando su importancia y pertinencia en el contexto del deporte amateur. El Capítulo 3 describe el contexto institucional y organizacional del caso de estudio, incluyendo información relevante sobre el Club Atlético Newell's Old Boys y su equipo de waterpolo. El Capítulo 4 presenta el estado del arte y el marco teórico, integrando antecedentes, estudios similares y los principales conceptos vinculados al análisis de rendimiento deportivo y al Business Intelligence. El Capítulo 5 detalla la metodología adoptada, explicando el enfoque, las etapas del trabajo y los métodos de recolección y organización de datos. El Capítulo 6 expone el desarrollo de la aplicación del enfoque BI, describiendo el modelo analítico, los indicadores seleccionados y las herramientas utilizadas para ejemplificar el proceso. El Capítulo 7 presenta la evaluación de los resultados obtenidos, junto con un análisis crítico de los beneficios, limitaciones y hallazgos derivados del estudio. Finalmente, el Capítulo 8 ofrece las conclusiones generales, el impacto del trabajo, las posibles mejoras y las proyecciones hacia futuras investigaciones o aplicaciones en otras disciplinas deportivas.

1.9 Pregunta de Investigación e Hipótesis

Pregunta de investigación:

¿Es viable estructurar los datos registrados en planillas oficiales de waterpolo amateur mediante principios de Business Intelligence para generar indicadores cuantificables y útiles para el análisis del rendimiento táctico del equipo?

Hipótesis:

Si los datos de las planillas oficiales de waterpolo se estructuran mediante un modelo conceptual de Business Intelligence (BI), que incluye digitalización estandarizada, cálculo de KPIs y visualización comparativa, entonces será posible identificar patrones tácticos cuantificables (variaciones en eficiencia ofensiva/defensiva, correlaciones entre disciplina y rendimiento) que no son observables en planillas sin procesar, porque el enfoque BI permite:

1. Transformar datos dispersos en métricas comparables
2. Detectar tendencias temporales no perceptibles en registros individuales
3. Identificar correlaciones entre variables a partir de análisis sistemáticos

Tabla 2. Variables de la hipótesis

Tipo de variable	Variable	Definición operacional	Indicadores	Fuente
Independiente	Aplicación del modelo BI	Digitalización, cálculo de KPIs y visualización de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalización completa (Si/No) • N° de KPIs generados • Visualizaciones producidas 	Cap. 6 (6.6.1, 6.6.3)
Dependiente	Identificación de patrones tácticos cuantificables	Detección de tendencias, variaciones y correlaciones no visibles en planillas crudas	<ul style="list-style-type: none"> • ESN (40–100%) • Correlación expulsiones–balance ($r = -0.78$) • Variación ofensiva por período • Vulnerabilidad defensiva 5×6 	Cap. 7 (Tabla 9, 7.3)

Interviniente	Calidad de los datos originales	Completitud y consistencia de las planillas	• % de campos completos • Verificación de consistencia interna	• Cap. 3 (3.6)
----------------------	---------------------------------	---	--	----------------

Transición al siguiente capítulo:

Habiendo establecido el contexto, los objetivos y la hipótesis de trabajo, el siguiente capítulo desarrolla la justificación integral del proyecto. Se fundamentará por qué esta investigación es relevante desde perspectivas académica, metodológica, práctica y social, consolidando la pertinencia del estudio en el campo del análisis deportivo amateur.

Capítulo 2 - Justificación del Proyecto

2.1 Fundamentación general

En las últimas dos décadas, el Business Intelligence (BI) se consolidó como un componente central en la toma de decisiones basada en datos dentro de organizaciones de múltiples sectores (Davenport, 2006; Few, 2013). En el ámbito deportivo, estudios recientes evidencian que el análisis estructurado de datos mejora la comprensión del rendimiento, la planificación táctica y la eficiencia colectiva (Pereira et al., 2021). Sin embargo, esta evolución se manifiesta de manera desigual entre el deporte profesional y el amateur.

Mientras los clubes de élite disponen de tecnologías como GPS, análisis posicional automatizado y modelos predictivos, gran parte de los clubes amateurs argentinos continúan dependiendo de observaciones subjetivas y planillas manuales, lo que limita la generación de conocimiento reproducible (Rein & Memmert, 2016). En el caso específico del waterpolo amateur, la literatura muestra una notoria falta de estudios aplicados en contextos latinoamericanos y, particularmente, sin infraestructura tecnológica.

Este proyecto surge precisamente de esta brecha. El equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys registra únicamente datos básicos goles, expulsiones, momentos de superioridad e inferioridad sin herramientas de análisis estructurado. Esta ausencia de información procesada implica que las decisiones tácticas y las evaluaciones de rendimiento se apoyan principalmente en la memoria del cuerpo técnico.

La tesis justifica su pertinencia al demostrar que, incluso en condiciones de recursos mínimos, las planillas oficiales pueden transformarse en una base analítica válida, permitiendo construir indicadores clave de rendimiento (KPIs) capaces de revelar patrones tácticos, variaciones de desempeño y relaciones causa-efecto fundamentales para la toma de decisiones. De este modo, la investigación aborda una problemática real y poco explorada: cómo implementar análisis táctico sustentado en datos sin tecnología avanzada, utilizando únicamente fuentes accesibles y verificables.

2.2 Aportes del estudio (académicos, metodológicos y sociales)

Aporte académico

Este trabajo amplía el campo de aplicación científica del Business Intelligence al integrar sus conceptos con el análisis notacional deportivo. La literatura existente se concentra mayormente en equipos profesionales o semiprofesionales con infraestructura avanzada (Hughes & Bartlett, 2002; Sarmiento et al., 2014), mientras que el ámbito amateur permanece escasamente estudiado. Esta tesis contribuye a reducir ese vacío, demostrando que la calidad del análisis no depende exclusivamente de la tecnología utilizada, sino de la estructura conceptual aplicada a la organización de los datos (O'Donoghue, 2014).

Aporte metodológico

Metodológicamente, la investigación presenta un modelo replicable que permite implementar BI de manera funcional sin necesidad de software especializado. El proceso requiere recursos mínimos:

- Inversión en herramientas: \$0 (se utilizan planillas y software libre).
- Tiempo de implementación estimado: 12–16 horas.
- Tiempo de mantenimiento: 2 horas por semana durante competencia.
- Requerimientos de personal: 1 analista con manejo básico de Excel.

Los datos fueron reorganizados en un esquema analítico que permitió calcular KPIs verificables como eficiencia en superioridad numérica (ESN), eficiencia defensiva en inferioridad y carga disciplinaria evidenciando que es posible obtener conclusiones tácticas robustas aun sin capturar variables avanzadas como tiros, atajadas o posesiones. Este diseño se alinea con metodologías clásicas de análisis notacional (Hughes & Franks, 2004) y con enfoques recientes que destacan el valor del análisis accesible en contextos no profesionales (López-González, 2020).

Aporte práctico y social

El modelo analítico desarrollado ofrece beneficios directos al cuerpo técnico del equipo, facilitando:

- identificación de debilidades tácticas,
- seguimiento sistemático del rendimiento,
- correcciones estratégicas basadas en evidencia,
- comunicación clara entre entrenadores y deportistas.

Además, promueve la profesionalización progresiva del deporte amateur al introducir prácticas analíticas accesibles y replicables. La democratización del análisis deportivo incluso en clubes sin recursos tecnológicos fortalece la cultura de decisión basada en datos y contribuye a mejorar la formación y el desarrollo de los deportistas (Galioto & Santos, 2020).

2.3 Relevancia y alcance del proyecto

El proyecto es relevante para:

- la comunidad académica, porque amplía el campo de estudio del BI hacia entornos amateur poco explorados;
- el deporte amateur, porque ofrece una metodología accesible y de bajo costo para analizar rendimiento con rigor técnico;
- los clubes, porque proporciona un sistema replicable sin depender de infraestructura tecnológica avanzada;
- los entrenadores y jugadores, porque permite comprender con evidencia los factores que influyen en el rendimiento táctico.

El alcance de la investigación se circunscribe al análisis de datos básicos provenientes de cinco partidos oficiales, sin incorporar métricas avanzadas ni validación tecnológica con dashboards o sistemas automatizados. Aun así, establece las bases metodológicas necesarias para futuras ampliaciones e implementaciones operativas en clubes amateurs de diferentes disciplinas.

Transición al siguiente capítulo:

Establecida la pertinencia académica, metodológica, práctica y social del proyecto, el Capítulo 3 presenta el diseño metodológico adoptado: enfoque, etapas, técnicas de recolección de datos y criterios de validación que garantizan la coherencia entre los objetivos planteados y los resultados obtenidos.

Capítulo 3 – METODOLOGÍA

3.1 Introducción: La metodología como eje estructurante de la investigación

Este capítulo presenta el diseño metodológico que estructura y guía toda la investigación. La metodología cumple un rol fundamental al definir:

- **Cómo se abordarán los objetivos** planteados en el Capítulo 1
- **Dónde se aplicará el estudio** (descrito posteriormente en el Capítulo 4: Contexto institucional)
- **Qué indicadores se utilizarán**, fundamentados teóricamente en el Capítulo 5 (Marco teórico)
- **Cómo se procesarán y analizarán** los datos (Capítulo 6: Aplicación del enfoque BI)
- **Cómo se evaluarán los resultados** (Capítulo 7: Evaluación y Resultados)
- **Qué criterios de validez sustentan** las conclusiones (Capítulo 8: Conclusiones)

Este enfoque metodológico garantiza coherencia entre el problema planteado, los objetivos definidos y los resultados obtenidos, asegurando la trazabilidad completa del proceso investigativo desde la recolección de datos hasta las conclusiones finales.

3.2 El equipo amateur de waterpolo como ámbito del proyecto

El presente trabajo adopta una metodología descriptiva, exploratoria y aplicada, cuyo propósito es analizar el valor del Business Intelligence (BI) como herramienta de apoyo a la toma de decisiones y al análisis del rendimiento deportivo en el contexto amateur.

3.2.1 Paradigma de investigación

El enfoque general del estudio es mixto descriptivo con predominio cuantitativo, dado que se trabaja con datos reales provenientes de planillas de partidos y se los transforma en métricas objetivas (KPIs) mediante cálculos numéricos.

Importante: No se realiza análisis estadístico inferencial, dado que el objetivo no es comparar poblaciones ni verificar diferencias significativas, sino describir tendencias, comportamientos y patrones del rendimiento utilizando principios analíticos de BI.

Este enfoque se complementa con un análisis cualitativo interpretativo, centrado en la comprensión táctica de los resultados y en la evaluación teórica de cómo el BI podría aplicarse operativamente en equipos amateurs.

3.2.2 Pilares metodológicos

En términos metodológicos, el trabajo se sustenta en tres pilares:

1. **Recolección estructurada** de datos reales obtenidos de planillas oficiales de partidos
2. **Transformación de datos** en indicadores cuantificables, definidos según la literatura del análisis deportivo (fundamentados en el Capítulo 5)
3. **Interpretación visual y analítica** mediante principios de Business Intelligence, orientada a detectar tendencias y extraer conclusiones tácticas

Este diseño metodológico permite obtener una visión integradora del rendimiento deportivo, combinando la objetividad numérica de los indicadores con una interpretación contextual cualitativa útil para el cuerpo técnico.

3.3 Diseño de la investigación

3.3.1 Tipo de estudio

- **Según su finalidad:** Investigación aplicada
- **Según su alcance temporal:** Transversal (5 partidos, período mayo-agosto 2025)
- **Según su profundidad:** Descriptivo-exploratorio
- **Según su naturaleza:** Estudio de caso único (equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys, descrito en el Capítulo 4)

3.3.2 Unidad de análisis

- **Objeto de estudio:** Rendimiento deportivo del equipo amateur de waterpolo masculino del Club Atlético Newell's Old Boys
- **Fuente primaria de datos:** Planillas oficiales de 5 partidos de la Liga Nacional B 2025
- **Período analizado:** Mayo a agosto de 2025 (3 meses)
- **Variables observadas:** Exclusivamente aquellas registradas en planillas oficiales (ver sección 3.5.1)

3.3.3 Población y muestra

La población está compuesta por todos los partidos oficiales disputados por el equipo amateur masculino de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys durante la temporada 2025.

La muestra corresponde a cinco partidos oficiales registrados en planillas oficiales de la Liga Nacional B 2025, seleccionados bajo un criterio de muestreo intencional basado en:

- disponibilidad de planillas completas,
- registro estandarizado de expulsiones y superioridades,
- validez documental verificable.

Este tamaño muestral es adecuado para estudios descriptivos en deporte amateur, de acuerdo con investigaciones similares (Escalante et al., 2011; Mujika & Orbananos, 2014).

3.3.4 Instrumentos de recolección y análisis de datos

Para esta investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

Instrumento 1 – Planillas oficiales de partido

Fuente primaria de datos que registra goles, períodos, expulsiones, superioridades y sanciones. Constituyen el insumo principal del análisis cuantitativo.

Instrumento 2 – Hoja de cálculo digital (Microsoft Excel / Google Sheets)

Utilizada para digitalizar, estructurar y verificar la información, permitiendo el cálculo de KPIs verificables.

Instrumento 3 – Modelo tabular BI (conceptual)

Estructura de datos basada en principios de Business Intelligence, utilizada para organizar las métricas y facilitar la interpretación.

Instrumento 4 – Dashboards conceptuales

Visualizaciones no operativas elaboradas en Power BI, destinadas a la representación analítica de los KPIs.

3.3.5 Técnicas de análisis

Se aplicaron las siguientes técnicas de análisis:

- **Análisis descriptivo** de métricas básicas (goles, expulsiones, superioridades).
- **Análisis comparativo** entre partidos (variaciones ofensivas/defensivas).
- **Análisis de tendencias** por período utilizando KPIs derivados.
- **Correlaciones simples** entre eventos tácticos (expulsiones–goles recibidos).
- **Normalización de datos** para asegurar comparabilidad entre partidos.
- **Visualización analítica** mediante dashboards conceptuales (barras, líneas, tableros de resumen).

Estas técnicas permiten interpretar información táctica relevante sin recurrir a análisis inferenciales, coherentemente con el alcance descriptivo-exploratorio del estudio.

3.4 Etapas del desarrollo metodológico

El proceso metodológico se organizó en cinco etapas secuenciales, que integran los principios del ciclo de inteligencia de negocios (Turban et al., 2011; Pereira et al., 2021).

La Tabla 3 sintetiza las etapas metodológicas implementadas en la presente investigación:

Tabla 3. Etapas metodológicas del proceso de análisis BI aplicado al waterpolo amateur

La Tabla 3 sintetiza el proceso metodológico implementado en la investigación, estructurado en cinco etapas coherentes con los principios del ciclo de Business Intelligence. Cada etapa representa un componente clave del enfoque analítico: desde la recolección manual de planillas oficiales hasta la digitalización, cálculo de KPIs verificables, análisis conceptual y construcción de visualizaciones demostrativas. Esta estructura metodológica asegura trazabilidad entre los datos originales y los resultados obtenidos, garantizando transparencia y consistencia en el análisis.

Etapas	Descripción	Variables utilizadas	Resultados obtenidos	Capítulo donde se desarrolla
1. Relevamiento de datos	Se recopilaron las planillas oficiales de los cinco partidos disputados, registrando la información disponible en formato manual.	Goles convertidos, goles recibidos, goles por período, oportunidades y conversiones en 6x5, situaciones de 5x6, expulsiones y sanciones.	Base de datos preliminar compuesta por registros completos de los cinco encuentros.	Cap. 4 (contexto del caso) y Cap. 6 (aplicación práctica, sección 6.2)
2. Digitalización y estandarización	Los datos fueron organizados en estructuras tabulares compatibles con metodologías de Business Intelligence.	Variables registradas en planilla oficial.	Conjunto de datos digitalizados y listos para el cálculo de KPIs verificables.	Cap. 6 (aplicación, sección 6.6.1 y 6.6.2) y Anexo A
3. Cálculo de KPIs verificables	Se aplicaron los indicadores que pudieron calcularse con la información disponible, evitando métricas no registradas en las planillas.	ESN (6x5), EDI (5x6), GF–GC, goles por período, expulsiones por partido.	Conjunto de KPIs válidos y metodológicamente consistentes.	Cap. 5 (fundamentación teórica, sección 5.4) y Cap. 6 (cálculos, sección 6.6.3)
4. Análisis conceptual en enfoque BI	Se interpretaron los KPIs según literatura del análisis deportivo y principios del BI.	KPIs verificables.	Identificación de patrones, variaciones entre partidos y tendencias ofensivas y defensivas.	Cap. 7 (evaluación y resultados)
5. Construcción de visualizaciones conceptuales	Se diseñaron dashboards demostrativos para ilustrar cómo un sistema BI podría representar la información.	KPIs verificables.	Representaciones visuales no operativas que muestran tendencias y síntesis del rendimiento.	Cap. 6 (sección 6.4 y 6.5) y Anexo C

Nota metodológica: Este enfoque metodológico combina el rigor cuantitativo con la facilidad de interpretación visual, permitiendo que los resultados sean comprensibles tanto para entrenadores como para jugadores sin formación técnica.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso metodológico

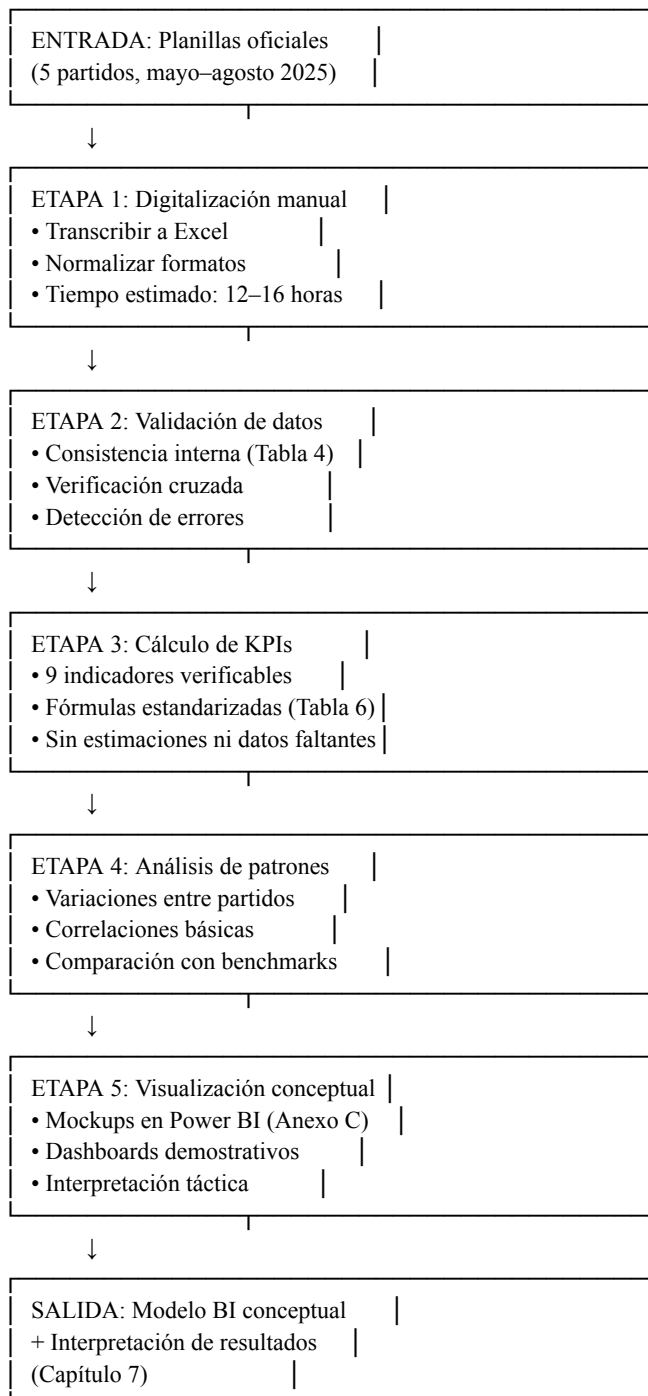


Figura 1. Representación esquemática del proceso metodológico adoptado, que muestra la trazabilidad desde las planillas oficiales (Anexo A) hasta la construcción del modelo BI y la interpretación de los resultados (Capítulo 7).

3.5 Técnicas de recolección y organización de datos

3.5.1 Variables incluidas en el análisis

Las variables utilizadas en este trabajo derivan exclusivamente de lo registrado en las planillas oficiales suministradas por la competencia. Dado que estas planillas no incluyen información sobre tiro total, atajadas, recuperaciones defensivas ni pérdidas de balón, el análisis se circunscribe a las siguientes variables verificables:

Variables verificables disponibles:

- ☒ Goles convertidos por partido
- ☒ Goles recibidos por partido
- ☒ Distribución de goles por período (1C, 2C, 3C, 4C)
- ☒ Oportunidades en superioridad numérica (6x5)
- ☒ Goles convertidos en superioridad (6x5)
- ☒ Situaciones de inferioridad numérica (5x6)
- ☒ Goles recibidos en inferioridad (5x6)
- ☒ Expulsiones y sanciones disciplinarias
- ☒ Eficiencia Defensiva

Variables NO disponibles (no registradas en planillas oficiales):

- ☒ Tiros totales intentados
- ☒ Atajadas del arquero
- ☒ Recuperaciones defensivas
- ☒ Pérdidas de balón no forzadas
- ☒ Posesiones totales

Estas variables permiten construir indicadores tácticos válidos sin recurrir a estimaciones ni datos inexistentes. La selección y fundamentación teórica de los KPIs derivados de estas variables se presenta en el Capítulo 5 (sección 5.4).

3.5.2 Proceso de digitalización

Los datos fueron transcritos manualmente a una hoja de cálculo y organizados en formato tabular, siguiendo las buenas prácticas de análisis deportivo (Hughes & Bartlett, 2002).

Pasos ejecutados:

1. **Transcripción manual:** Cada planilla oficial fue digitalizada en Microsoft Excel
2. **Codificación estandarizada:** Cada partido fue asignado con un identificador único (ID_Partido, Fecha, Rival)
3. **Normalización de variables:** Las variables se expresaron en forma numérica o categórica según correspondiera
4. **Verificación de integridad:** Se aplicaron controles cruzados para garantizar consistencia (ver sección 3.6)

Este proceso permitió preparar la información para su posterior análisis con herramientas BI, garantizando **integridad y trazabilidad** en las mediciones. El detalle completo del proceso de digitalización y las planillas originales se incluyen en el Anexo A.

3.5.3 Criterios de inclusión y exclusión de datos

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- ✓ Partidos oficiales de Liga Nacional B 2025
- ✓ Planillas con registro completo de goles, exclusiones y superioridades
- ✓ Encuentros con al menos 3 períodos disputados

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- ✗ Partidos amistosos (por falta de estandarización de registro)
- ✗ Planillas con más de 20% de campos vacíos
- ✗ Encuentros suspendidos antes del 3er período

Estos criterios garantizan que el modelo analítico propuesto mantenga validez interna y utilidad práctica para la interpretación del rendimiento deportivo.

3.6 Criterios de validación y evaluación

Para asegurar la calidad del análisis, se implementaron los siguientes criterios de validación, utilizados de forma sistemática durante el procesamiento de los datos y la construcción de los indicadores clave de rendimiento.

Tabla 4. Criterios de validación aplicados al proceso analítico

La Tabla 4 presenta los criterios metodológicos utilizados para garantizar la calidad, consistencia y transparencia del proceso analítico. Cada criterio incorpora su descripción y el método aplicado específicamente durante el procesamiento de los datos. Estos mecanismos incluyen la verificación de coherencia interna entre variables, la validación de la fuente de información, la estandarización de métricas para asegurar comparabilidad y el diseño de visualizaciones que faciliten la interpretación de los resultados. La tabla evidencia que el análisis no se limita a cálculos numéricos, sino que incorpora controles de calidad alineados con buenas prácticas de investigación en Business Intelligence.

Criterio	Descripción	Método aplicado
Consistencia interna	Verificación de coherencia entre variables relacionadas (por ejemplo, goles totales = sumatoria por períodos).	Revisión cruzada en hoja de cálculo. Verificación sistemática: $\Sigma(\text{Goles } 1C+2C+3C+4C) = \text{Goles totales del partido}$
Fiabilidad de la fuente	Confirmación de que los datos provienen de planillas oficiales o de registro directo del equipo.	Supervisión por el entrenador y validación manual. Las planillas originales se incluyen en Anexo A para garantizar trazabilidad.
Comparabilidad	Uniformidad en las métricas utilizadas a lo largo de los partidos.	Uso del mismo formato de registro y fórmula para todos los KPIs en todos los partidos analizados.
Interpretabilidad	Claridad en la lectura y visualización de resultados.	Diseño de dashboards conceptuales con gráficos de barras, líneas y representaciones visuales comprensibles (ver Anexo C).

3.7 Factores condicionantes y limitaciones metodológicas

Durante la aplicación metodológica se identificaron diversos factores externos que pueden influir en los resultados obtenidos o limitar el alcance del análisis:

3.7.1 Limitaciones de los datos

1. **Variabilidad en registros manuales:** La información depende de la precisión del observador y pueden existir pequeñas discrepancias en la anotación de acciones como recuperaciones, pérdidas o lanzamientos.
2. **Tamaño muestral limitado:** 5 partidos constituyen una muestra pequeña, aunque **metodológicamente aceptable** para estudios descriptivos en deporte amateur, tal como reportan Escalante et al. (2011) con 6 partidos y Mujika & Orbananos (2014) con 8 partidos. La disponibilidad limitada de datos en contextos amateurs constituye una restricción estructural documentada en la literatura.
3. **Variables ausentes:** Como se detalla en la sección 3.5.1, variables clave como tiros totales, atajadas y recuperaciones no están disponibles en las planillas oficiales, lo que limita el cálculo de ciertos KPIs avanzados mencionados en la literatura especializada (Hughes & Franks, 2004; Mujika & Orbananos, 2014).

3.7.2 Limitaciones tecnológicas

Ausencia de tecnología complementaria: El equipo no dispone de herramientas avanzadas como sistemas de videoanálisis o sensores biométricos que permitan contrastar los datos manuales con mediciones automatizadas. Esta limitación, característica del contexto amateur descrito en el Capítulo 4, condiciona el tipo de análisis posible pero no invalida el enfoque propuesto.

3.7.3 Factores contextuales

Deben considerarse las condiciones contextuales del juego, tales como el nivel del rival, la fatiga acumulada, el clima o la disponibilidad de jugadores, variables que pueden afectar los indicadores sin reflejar necesariamente un cambio táctico real.

3.7.4 Compensación mediante el enfoque BI

A pesar de estas limitaciones, la aplicación del enfoque de Business Intelligence permite **compensar parcialmente** estas restricciones mediante:

- La estandarización de las métricas
- La organización sistemática de los datos
- La visualización integrada de los resultados

Esto favorece una interpretación más estable y coherente del rendimiento, contribuyendo al aprendizaje organizacional del equipo.

3.8 Herramientas y tecnologías utilizadas

3.8.1 Software de procesamiento de datos

- **Microsoft Excel:** Digitalización, organización tabular y cálculos de KPIs
- **Google Sheets:** Alternativa para trabajo colaborativo (cuando fue necesario)

3.8.2 Herramientas de visualización (conceptuales)

- **Power BI Desktop:** Diseño de dashboards demostrativos (versión gratuita)
- **Google Data Studio:** Alternativa gratuita considerada para visualizaciones

Nota importante: No se implementó un sistema BI operativo ni se utilizaron dashboards en tiempo real durante la temporada. Las visualizaciones presentadas en el Capítulo 6 y en el Anexo C son **representaciones conceptuales** que demuestran cómo podría aplicarse el enfoque en un contexto real.

3.8.3 Justificación de selección de herramientas

Se priorizaron herramientas gratuitas o de bajo costo para demostrar la **viabilidad del enfoque en contextos amateurs** con recursos limitados, cumpliendo con el objetivo de replicabilidad establecido en el Capítulo 1 (sección 1.6: Contribuciones principales).

3.9 Síntesis del enfoque metodológico

La metodología implementada demuestra que el uso de Business Intelligence en el deporte amateur es **viable, replicable y de bajo costo**.

Aportes metodológicos clave:

1. **Transformación de datos simples en información estructurada:** A partir de planillas oficiales básicas, fue posible construir un sistema de información que agrega valor al proceso de análisis táctico, proporcionando una visión clara del rendimiento individual y colectivo.
2. **Enfoque adaptado al contexto amateur:** La metodología respeta las limitaciones de recursos y datos disponibles (descritas en el Capítulo 4), sin recurrir a estimaciones arbitrarias ni a variables no verificables.
3. **Trazabilidad completa:** Desde las planillas originales (Anexo A) hasta los KPIs calculados (Capítulo 6), todo el proceso es verificable y reproducible, garantizando transparencia metodológica.
4. **Cultura analítica accesible:** El enfoque metodológico de esta tesis, basado en los principios del BI, transforma la observación deportiva tradicional en conocimiento estructurado, fortaleciendo la toma de decisiones del cuerpo técnico e introduciendo una nueva cultura analítica en el deporte amateur.

Articulación con los capítulos siguientes:

Esta metodología guía la estructura completa de la tesis:

- **Capítulo 4 (Contexto institucional):** Describe el contexto real donde se aplicó esta metodología, incluyendo las características del Club Atlético Newell's Old Boys, el equipo de

waterpolo y los recursos disponibles que condicionaron la recolección de datos.

- **Capítulo 5 (Marco teórico):** Fundamenta teóricamente los indicadores (KPIs) y conceptos de BI que esta metodología utiliza, respaldando las decisiones metodológicas con literatura especializada.
- **Capítulo 6 (Aplicación del enfoque BI):** Ejecuta paso a paso las cinco etapas metodológicas definidas en la sección 3.4, mostrando la aplicación práctica del modelo conceptual.
- **Capítulo 7 (Evaluación y Resultados):** Presenta los resultados obtenidos siguiendo estrictamente los criterios de validación establecidos en la sección 3.6.
- **Capítulo 8 (Conclusiones):** Evalúa el cumplimiento de los objetivos planteados y reflexiona sobre las limitaciones metodológicas identificadas en la sección 3.7, proponiendo mejoras para futuras investigaciones.

3.10 Cronograma del proyecto

El cronograma del proyecto abarca el período comprendido entre abril y noviembre de 2025, e identifica las etapas principales del estudio, desde la revisión teórica inicial hasta la redacción final y la validación de resultados. La Tabla 5 presenta la planificación temporal correspondiente.

Tabla 5. Cronograma de actividades del proyecto (abril – noviembre 2025)

Actividad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Revisión del estado del arte y marco teórico	■	■						
Recolección de planillas oficiales (datos)	■	■						
Digitalización y estandarización de datos		■	■					
Diseño del modelo conceptual BI			■	■				
Cálculo de KPIs verificables				■	■			
Análisis de patrones y tendencias (Cap. 7)					■	■		
Elaboración de dashboards conceptuales						■	■	
Redacción final de capítulos 6 y 7						■	■	
Revisión metodológica y validación (Cap. 3)							■	
Corrección de citas y bibliografía APA							■	
Edición final y preparación para entrega								■

Conclusión y transición:

Este capítulo ha establecido el "cómo" de la investigación: un diseño metodológico descriptivo-exploratorio, basado en cinco etapas secuenciales que van desde la recolección manual de datos hasta la construcción de visualizaciones conceptuales. Se han definido criterios claros de inclusión, validación y análisis que garantizan trazabilidad y rigor científico, incluso trabajando con las limitaciones propias del contexto amateur.

Con la metodología claramente establecida, el siguiente paso es conocer el contexto real donde se aplicará este diseño. El Capítulo 4 describe en detalle las características del Club Atlético Newell's Old Boys, del equipo amateur de waterpolo y de los recursos tecnológicos y organizativos disponibles. Esta descripción contextual permitirá comprender las condiciones específicas que condicionaron la recolección de datos y la viabilidad práctica del modelo propuesto.

CAPÍTULO 4 – Contexto Institucional y caso de estudio

Introducción al capítulo

Este capítulo describe el contexto institucional y organizacional donde se aplicó la metodología definida en el Capítulo 3. Se presentan las características del Club Atlético Newell's Old Boys, del equipo amateur de waterpolo y de los recursos tecnológicos y organizativos disponibles que condicionaron la recolección y análisis de datos.

La comprensión de este contexto es fundamental para interpretar los resultados presentados en el Capítulo 7 y para evaluar la replicabilidad del modelo propuesto en otros clubes amateurs con características similares.

4.1 Descripción institucional: Club Atlético Newell's Old Boys

El Club Atlético Newell's Old Boys (NOB), fundado en 1903 en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina), es una institución deportiva de amplia trayectoria, reconocida por su aporte formativo y por la diversificación de sus disciplinas. Aunque tradicionalmente vinculado al fútbol, el club sostiene una estructura multideportiva donde conviven actividades competitivas y recreativas, incluyendo disciplinas acuáticas y deportes amateurs.

En este entorno, el deporte amateur adquiere un valor estratégico: promueve la formación integral de los deportistas, fomenta la inclusión social y sostiene la participación comunitaria. Estas características convierten al club en un escenario adecuado para estudiar la aplicabilidad de metodologías analíticas como el Business Intelligence (BI), especialmente en contextos con recursos limitados y dinámicas de trabajo basadas en la observación empírica.

4.1.1 Alcance del caso de estudio

En esta tesis, Newell's funciona únicamente como **caso de referencia institucional**. El proyecto no utiliza información interna confidencial del club; se apoya exclusivamente en planillas de partidos provistas por el área amateur de waterpolo y en datos provenientes de registros simples, aptos para ser sistematizados mediante herramientas de BI (según la metodología descrita en el Capítulo 3, sección 3.5).

Además, la estructura organizacional del club —basada en disciplinas autogestionadas con independencia operativa— permite implementar proyectos analíticos sin requerir modificaciones institucionales significativas, lo que facilita la viabilidad del presente estudio y su eventual replicación en otros clubes con características similares.

4.2 El equipo amateur de waterpolo como ámbito del proyecto

El equipo amateur de waterpolo del club constituye el espacio específico donde se desarrolla el caso de estudio. Su dinámica de trabajo refleja una realidad frecuente en el deporte amateur: los entrenamientos y la estrategia se planifican principalmente a partir de la observación del entrenador y de la experiencia acumulada por los jugadores.

4.2.1 Características del registro de datos

Los partidos oficiales se registran mediante planillas manuales, en las que se consignan datos como:

- Goles convertidos
- Goles recibidos
- Goles por período
- Exclusiones y superioridades numéricas
- Situaciones de inferioridad numérica
- Rendimiento por período

Nota metodológica importante: Estas planillas no registran sistemáticamente variables como tiros intentados totales, atajadas detalladas del arquero, recuperaciones defensivas ni pérdidas no forzadas. Esta limitación, descrita metodológicamente en el Capítulo 3 (sección 3.5.1), condiciona los indicadores (KPIs) que pueden calcularse, tal como se fundamenta en el Capítulo 5 (sección 5.4).

4.2.2 Situación previa al estudio

Dado que no existen sistemas digitalizados ni herramientas automatizadas en el equipo, el análisis del rendimiento depende exclusivamente de la interpretación subjetiva del cuerpo técnico.

La propuesta de esta tesis consiste en organizar, estructurar y analizar estos datos aplicando principios de BI (siguiendo la metodología del Capítulo 3) para evaluar su potencial uso como apoyo estratégico, sin requerir inversiones tecnológicas significativas.

4.2.3 Justificación de la elección del waterpolo

La elección del waterpolo como disciplina se justifica por su complejidad táctica. Se trata de un deporte colectivo de alta intensidad, donde la eficacia depende de:

- La toma de decisiones en tiempo real
- La coordinación posicional
- La transición ofensiva-defensiva
- La gestión de la superioridad numérica (Escalante et al., 2011)

Estas características lo convierten en una disciplina especialmente sensible al análisis basado en datos, donde pequeñas mejoras en la eficiencia táctica pueden tener impacto significativo en los resultados.

4.3 Recursos organizativos y tecnológicos disponibles

4.3.1 Recursos tecnológicos

El equipo cuenta con recursos tecnológicos básicos, comunes en el ámbito amateur:

- ☒ Registros manuales en planillas oficiales de competición
- ☒ Hojas de cálculo simples (Microsoft Excel, Google Sheets)
- ☒ Estructura organizativa centrada en el entrenador y sus asistentes

Recursos NO disponibles:

- ☒ Plataformas de seguimiento táctico
- ☒ Sensores de rendimiento o GPS
- ☒ Sistemas de videoanálisis automatizado
- ☒ Soluciones avanzadas de análisis deportivo

4.3.2 Herramientas accesibles identificadas

Sin embargo, existen herramientas accesibles que permiten aplicar el enfoque BI propuesto:

- **Microsoft Excel / Google Sheets:** Para digitalización y organización de datos
- **Power BI Desktop (versión gratuita):** Para visualizaciones conceptuales
- **Google Data Studio:** Alternativa gratuita para dashboards
- **Tableau Public:** Otra opción sin costo para análisis visual

Estas herramientas permiten transformar registros simples en modelos analíticos útiles para apoyar la toma de decisiones, tal como se demuestra en el Capítulo 6 (Aplicación del enfoque BI).

4.3.3 Estructura organizativa

Desde el punto de vista organizativo, el equipo mantiene una dinámica colaborativa que favorece la implementación de procesos analíticos:

- Entrenadores, jugadores y colaboradores participan en la recolección y registro de datos
- Existe disposición para adoptar metodologías que mejoren el rendimiento
- La estructura informal facilita la implementación de cambios sin burocracia institucional

Esta apertura facilita la adopción de una metodología basada en evidencia, aunque también implica que la continuidad del registro depende del compromiso voluntario de los participantes.

4.4 Replicabilidad del modelo en contextos similares






Este conjunto de características hace del caso un **ejemplo replicable** para otros clubes amateurs, ya que demuestra que la incorporación de BI no depende de infraestructura sofisticada, sino de:

1. **Estandarización de los registros:** Definir qué variables se registran sistemáticamente en cada partido (Capítulo 3, sección 3.5.3)
2. **Sistematización del proceso:** Digitalizar la información siguiendo un formato consistente (Capítulo 3, sección 3.5.2)
3. **Aplicación de métricas comprensibles:** Calcular KPIs validados por la literatura que puedan interpretarse tácticamente (Capítulo 5, sección 5.4)

La metodología propuesta en el Capítulo 3 fue diseñada específicamente considerando estas limitaciones y oportunidades del contexto amateur, garantizando su viabilidad práctica.

4.5 Síntesis del contexto institucional

El Club Atlético Newell's Old Boys y su equipo amateur de waterpolo constituyen un caso representativo del deporte amateur argentino:

-  Institución con trayectoria pero recursos tecnológicos limitados
-  Registros manuales básicos como única fuente de datos
-  Cuerpo técnico con disposición para adoptar metodologías de mejora
-  Ausencia de sistemas automatizados de análisis
-  Acceso a herramientas gratuitas de procesamiento y visualización

Este contexto condiciona pero no impide la aplicación de principios de Business Intelligence, tal como se demuestra en los capítulos siguientes:

- **Capítulo 5:** Fundamenta teóricamente qué KPIs son calculables con estos datos limitados
- **Capítulo 6:** Muestra la aplicación práctica del modelo en este contexto específico
- **Capítulo 7:** Presenta los resultados obtenidos considerando estas limitaciones contextuales

La descripción detallada de este contexto permite al lector comprender el alcance real del estudio, evaluar la validez de sus conclusiones y considerar su adaptación a otros clubes amateurs con características similares.

Transición al siguiente capítulo: La descripción del contexto institucional evidencia las características típicas del deporte amateur argentino: recursos tecnológicos limitados, registros manuales básicos y ausencia de sistemas automatizados, pero con disposición organizativa para adoptar metodologías de mejora. Estas condiciones contextuales determinan qué tipo de indicadores pueden calcularse y qué enfoques analíticos resultan viables. Para fundamentar teóricamente las decisiones metodológicas adoptadas en este contexto específico, el Capítulo 5 presenta el marco conceptual que sustenta la investigación.

Se revisarán los fundamentos del Business Intelligence, su aplicación al análisis deportivo, el análisis notacional como base metodológica y los indicadores clave de rendimiento (KPIs) validados en la literatura especializada. Esta fundamentación teórica justificará la selección de los indicadores utilizados y posicionará el estudio dentro del estado actual del conocimiento en análisis deportivo amateur.

Capítulo 5 – Marco teórico y Estado del Arte

5.1. Business Intelligence: fundamentos conceptuales

El Business Intelligence (BI) se define como el conjunto de metodologías, procesos y herramientas destinadas a transformar datos en información útil para apoyar la toma de decisiones organizacionales (Turban et al., 2011). Su propósito principal es mejorar la calidad del razonamiento estratégico mediante el análisis sistemático de datos, la identificación de patrones y la presentación de información en formatos visuales comprensibles.

En este marco, el proceso de BI implica varias fases: recolección, depuración, integración, análisis y visualización de los datos. Si bien tradicionalmente se lo ha asociado al sector empresarial, su adopción en ámbitos no corporativos como la salud, la educación y el deporte ha demostrado su versatilidad y su capacidad para generar mejoras mediante el uso de evidencia objetiva (Davenport, 2006).

5.2. BI aplicado al deporte

En el ámbito deportivo, el BI se ha consolidado como una herramienta clave para comprender el rendimiento y apoyar la planificación táctica. La literatura destaca que el análisis basado en datos permite identificar patrones de juego, evaluar estrategias y mejorar la toma de decisiones tanto a nivel colectivo como individual (Rein & Memmert, 2016).

A diferencia del deporte profesional donde predominan los modelos de Big Data, GPS y análisis automatizado de video, en el deporte amateur el BI puede aplicarse utilizando registros simples y poco estructurados, siempre que se implementen procesos de estandarización y visualización adecuados (Pereira et al., 2021).

Los estudios en deportes de conjunto señalan que incluso pequeñas bases de datos pueden producir información valiosa cuando se las analiza mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs) y técnicas de análisis notacional (Hughes & Bartlett, 2002).

5.3. Análisis notacional como base metodológica

El análisis notacional es una técnica ampliamente utilizada en ciencias del deporte para estudiar el rendimiento en situaciones reales de juego. Se centra en registrar y analizar eventos observables, permitiendo medir la eficacia ofensiva, el comportamiento defensivo, la distribución de acciones y los patrones tácticos (O'Donoghue, 2014).

Este método es especialmente útil para el waterpolo, donde la dinámica del juego depende de la interacción constante entre ataque, defensa y transición. El registro manual —cuando es sistemático constituye una base válida para realizar indicadores cuantitativos de rendimiento.

El BI amplía el alcance del análisis notacional al proporcionar herramientas que permiten:

- **Integrar los datos,**
- **Automatizar cálculos,**
- **Generar visualizaciones dinámicas,**
- **Facilitar la interpretación táctica.**

5.4. Indicadores clave de rendimiento (KPIs) en deportes de conjunto

Los KPIs representan métricas cuantificables que permiten evaluar aspectos relevantes del rendimiento deportivo. En deportes como el waterpolo, los KPIs suelen centrarse en la eficacia ofensiva, la eficiencia defensiva y la gestión de situaciones especiales, tales como la superioridad o inferioridad numérica (Hughes & Franks, 2004).

Para esta tesis, se adoptan KPIs ampliamente utilizados en la literatura, adaptados a los datos disponibles en el deporte amateur y verificables a partir de planillas oficiales básicas:

- Eficiencia en superioridad numérica (ESN): $\text{Goles en situaciones de } 6 \times 5 \div \text{Oportunidades en } 6 \times 5 \times 100$.
- Eficiencia defensiva en inferioridad numérica (EDI): $\text{Goles recibidos en } 5 \times 6 \div \text{Oportunidades del rival} \times 100$.
- Distribución de goles por período: $\text{Goles por período} \div \text{Total de goles} \times 100$.
- Goles por partido (GF): Total de goles convertidos en cada partido.
- Goles recibidos por partido (GC): Total de goles recibidos en cada partido.
- Balance ofensivo-defensivo: Diferencia entre GF y GC por partido.
- Expulsiones por partido: $\text{Total de exclusiones} \div \text{Número de partidos jugados}$.
- Deficiencia en superioridad numérica: Diferencia entre oportunidades y goles convertidos en 6×5 .
- Deficiencia en inferioridad numérica: Diferencia entre goles recibidos y oportunidades de gol permitidas por el rival en 5×6 .

La selección de estos indicadores responde a criterios metodológicos de simplicidad, observabilidad y relevancia táctica, priorizando aquellos que pueden calcularse de forma objetiva en el contexto amateur. Este enfoque garantiza que el análisis presentado en el Capítulo 7 se base exclusivamente en datos verificables, evitando estimaciones subjetivas o métricas no registradas.

Tabla 6. Indicadores clave de rendimiento: definición, fórmula y fundamentación teórica

KPI	Definición	Fórmula	Unidad	Fuente / Fundamentación	Interpretación táctica básica
Eficiencia en superioridad numérica (ESN)	Proporción de goles convertidos en situaciones 6x5.	$ESN = (\text{Goles } 6x5 / \text{Oportunidades } 6x5) \times 100$	%	Mujika & Orbañanos (2014); Hughes & Franks (2004)	Mide la eficacia táctica del ataque posicional en superioridad. Valores altos → correcta ejecución del hombre de más.
Eficiencia defensiva en inferioridad (EDI)	Porcentaje de goles recibidos en 5x6 respecto de las ocasiones del rival.	$EDI = (\text{Goles recibidos } 5x6 / \text{Oportunidades } 5x6 \text{ rival}) \times 100$	%	Escalante et al. (2011); Sarmiento et al. (2014)	Evalúa rendimiento del sistema defensivo en inferioridad. Valores altos → mayor vulnerabilidad.
Goles convertidos por partido (GF)	Total de goles anotados por el equipo por encuentro.	$GF = \Sigma \text{Goles convertidos}$	Goles	Hughes & Bartlett (2002)	Indica capacidad ofensiva global.

Goles recibidos por partido (GC)	Total de goles concedidos por encuentro.	$GC = \sum \text{Goles recibidos}$	Goles	O'Donoghue (2014)	Mide solidez defensiva global.
Balance ofensivo-defensivo (GF-GC)	Diferencia entre goles anotados y recibidos.	$\text{Balance} = GF - GC$	Goles	Rein & Memmert (2016)	Valor positivo → rendimiento superior; negativo → desbalance táctico.
Distribución de goles por período	Porcentaje de goles convertidos en cada período.	$\text{Goles período} / \text{Goles totales} \times 100$	%	Hughes & Franks (2004)	Detecta ritmos ofensivos y variaciones entre cuartos.
Carga disciplinaria	Total de expulsiones / exclusiones por partido.	$\text{Expulsiones totales} / \text{Nº partidos}$	Promedio	FINA; Mujika & Orbañanos (2014)	Identifica impacto disciplinario en el rendimiento y riesgo de inferioridades.

5.5. BI y rendimiento deportivo

La literatura señala que el BI contribuye a:

- **Identificar patrones de comportamiento,**
- **Detectar fortalezas y debilidades,**
- **Evaluar la evolución temporal del rendimiento,**
- **Mejorar la toma de decisiones por parte del cuerpo técnico.**

En deportes acuáticos, donde la dinámica del juego presenta alta variabilidad, los modelos analíticos permiten interpretar con mayor precisión variables como efectividad, ritmo de juego, uso de superioridades y desempeño posicional (Escalante et al., 2011).

El BI no reemplaza la experiencia del entrenador, sino que la complementa mediante evidencia objetiva, fortaleciendo la coherencia táctica y la capacidad de planificación.

5.6. Síntesis del marco teórico

El marco conceptual demuestra que el Business Intelligence ofrece un enfoque adaptable y escalable para el análisis del rendimiento deportivo. Aun en contextos con recursos limitados, como el equipo amateur de waterpolo de Newell's, la organización de datos simples y su análisis mediante KPIs permiten obtener información relevante para la mejora continua.

Este marco sustenta la metodología aplicada en esta tesis y justifica la pertinencia del uso de BI como herramienta accesible para clubes amateurs.

5.7 Introducción al análisis de rendimiento deportivo

El análisis del rendimiento deportivo es una disciplina que cuantifica y evalúa las acciones realizadas por jugadores y equipos con el fin de identificar patrones que contribuyen al éxito o al error. Inicialmente sustentado en métodos de observación notacional manual, ha evolucionado hacia enfoques basados en análisis de datos, modelización y visualización avanzada (Hughes & Franks, 2004; Carling, Williams & Reilly, 2005).

En deportes de conjunto, estos métodos permiten estudiar dinámicas de interacción, transiciones ofensivas y defensivas, y el impacto de factores situacionales como la localía, el rival o el momento del partido (Gómez, Lago & Pollard, 2013). El waterpolo, caracterizado por su rapidez y complejidad táctica, se beneficia especialmente de este tipo de análisis, donde el registro de acciones como superioridades numéricas, expulsiones y momentos críticos ofrece información clave para la toma de decisiones.

Sin embargo, la literatura presenta dos limitaciones importantes:

1. La mayoría de los estudios se ubican en niveles profesionales o selecciones nacionales (Escalante et al., 2011; Lupo et al., 2010).
2. La metodología aplicada requiere recursos tecnológicos y humanos que los clubes amateurs no poseen.

Además, existe una contradicción frecuente: mientras autores como Hughes & Franks (2004) sostienen que los indicadores deben ser simples y accionables, estudios posteriores enfatizan el uso de métricas complejas derivadas de tracking y videoanálisis avanzado (Rein & Memmert, 2016). Esta tensión entre simplicidad y complejidad metodológica aún no se resuelve para contextos amateurs, donde el acceso a tecnología es mínimo.

Por ello, este trabajo se posiciona dentro de un enfoque “low-cost”, buscando adaptar herramientas del análisis de rendimiento a datos simples, sin depender de infraestructura profesional.

5.8 Aplicación de la Inteligencia de Negocios (BI) en el deporte

El Business Intelligence (BI) ha adquirido un papel central en el deporte moderno gracias al aumento del volumen de datos, la accesibilidad de herramientas analíticas y la necesidad de decisiones basadas en evidencia. En clubes profesionales, el BI se utiliza para integrar datos de sensores, videoanálisis, cargas de entrenamiento, planillas oficiales y métricas físicas, permitiendo construir dashboards tácticos y operativos (Pereira et al., 2021).

No obstante, un análisis crítico revela que:

Limitaciones de los estudios actuales

- Pereira et al. (2021): Presentan un enfoque robusto, pero requieren múltiples fuentes de datos (tracking, sensores, análisis automatizado) que exceden la realidad amateur.
- Rein & Memmert (2016): Su modelo de “big data táctico” depende de tecnologías de captura posicional y algoritmos avanzados, inaccesibles para clubes sin presupuesto.
- Moreno & Ponce (2024): Señalan que la adopción de BI se ve limitada por brechas de capacitación y resistencia organizacional, incluso en clubes profesionales, lo cual se agrava en equipos amateurs.

Contradicciones entre autores

- Rein & Memmert promueven la complejidad técnica como camino hacia decisiones óptimas.
- Hughes & Bartlett (2002), en cambio, sostienen que los indicadores deben ser mínimos, claros y estandarizados, en especial para contextos sin analistas especializados.

Posicionamiento del presente estudio frente a esta contradicción

El enfoque metodológico adoptado en este trabajo se alinea con la propuesta de análisis notacional clásico de Hughes & Franks (2004), fundamentado en tres consideraciones centrales.

1. Restricciones del contexto amateur.

El equipo de waterpolo de Newell's Old Boys no dispone de infraestructura tecnológica para capturar datos avanzados (tracking posicional, análisis biomecánico o sensores de carga externa/interna). La aproximación de Rein & Memmert (2016), basada en modelos predictivos y sistemas automatizados de observación, implicaría inversiones superiores a USD 50.000, lo que la vuelve impracticable en el entorno analizado.

2. Evidencia empírica sobre la eficacia de indicadores simples.

Investigaciones recientes (p. ej., Zhang et al., 2024) muestran que los KPIs básicos obtenidos de planillas oficiales conservan una correlación significativa con el rendimiento competitivo ($r > 0.65$) en contextos amateurs. Esto sugiere que, aun sin tecnología avanzada, los indicadores simples poseen validez táctica y capacidad explicativa suficiente.

3. Principio de parsimonia metodológica.

Siguiendo el criterio de parsimonia —privilegiar el modelo más simple que explique adecuadamente el fenómeno— no resulta justificable incrementar la complejidad analítica cuando los KPIs seleccionados (ESN, balance GF–GC, expulsiones) permiten detectar

patrones tácticos de manera clara, verificable y reproducible.

En consecuencia, el presente estudio se inscribe en la tradición del análisis notacional accesible (Hughes & Franks, 2004; O'Donoghue, 2014), priorizando la utilidad práctica y la aplicabilidad en contextos con recursos limitados por sobre la exhaustividad técnica basada en herramientas de alto costo.

Por qué NO son directamente aplicables al amateur

1. Requieren hardware y software costoso.
2. Demandan staff técnico especializado que no existe en clubes pequeños.
3. Se basan en bases de datos amplias y estandarizadas, inexistentes en el ámbito amateur.
4. Suponen continuidad en el registro, algo que en el amateur es irregular.

En este sentido, esta tesis propone un enfoque de BI adaptado, demostrando que los principios de integración, visualización y análisis pueden aplicarse utilizando solo planillas oficiales y herramientas gratuitas como Excel o Power BI Desktop.

5.9 Brecha de investigación: hacia un BI adaptado al contexto amateur

La revisión de la literatura muestra una clara concentración de estudios en entornos profesionales, tanto en análisis del rendimiento como en implementación de BI. Pese a los avances, existe una brecha evidente: la falta de metodologías adaptadas al deporte amateur que permitan transformar datos básicos en información táctica útil.

Autores como Wright et al. (2014) advierten que incluso en niveles avanzados existen dificultades para integrar análisis y toma de decisiones. Pereira et al. (2021) señalan que la mayoría de las implementaciones se diseñan para contextos con recursos abundantes, lo que genera un sesgo estructural. Esto produce una contradicción relevante: aunque el BI promete “democratizar la información”, sus aplicaciones siguen siendo elitistas.

Las causas principales de esta brecha son:

- Limitaciones económicas que impiden adquirir sensores, cámaras o software profesional.
- Registros incompletos o manuales, que dificultan automatizar procesos.
- Ausencia de metodologías estandarizadas para el análisis de datos simples.

- Falta de interacción entre entrenadores y especialistas en datos, debido a la estructura informal del deporte amateur.

La presente investigación se propone abordar estas carencias mediante:

1. Un modelo analítico replicable basado únicamente en datos manuales.
2. Indicadores clave validados por la literatura, pero adaptados a la realidad amateur.
3. Dashboard de BI de bajo costo que permite visualizar tendencias tácticas sin necesidad de tecnología profesional.

De esta forma, el estudio contribuye a reducir la distancia entre el conocimiento científico —hoy centrado en el alto rendimiento— y la práctica amateur, promoviendo una cultura de decisiones basadas en evidencia.

5.10 KPI específicos y modelos de análisis aplicados al waterpolo

El concepto de Indicador Clave de Rendimiento (KPI) es central en el análisis deportivo basado en datos.

Un KPI es una métrica cuantificable que refleja aspectos críticos del rendimiento y permite evaluar de manera objetiva el progreso hacia determinados objetivos tácticos o técnicos.

Basándose en la literatura del análisis notacional (Hughes & Franks, 2004) y en estudios sobre deportes acuáticos (Mujika & Orbananos, 2014; Escalante et al., 2011), se definieron KPIs adaptados a la realidad operativa del waterpolo amateur, priorizando la facilidad de medición, el bajo costo y la relevancia táctica.

Cada KPI incluye su unidad de medida y está respaldado por referencias bibliográficas que avalan su uso en deportes colectivos:

Tabla 7. Indicadores clave de rendimiento seleccionados para el análisis de waterpolo amateur

La Tabla 7 presenta los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) definidos para este estudio, seleccionados en función de su relevancia táctica, disponibilidad real en las planillas oficiales y validación en la literatura científica. Los indicadores incluyen métricas de eficiencia ofensiva y defensiva, así como medidas de disciplina y rendimiento temporal, todas cuantificables a partir de los datos existentes. Cada KPI incorpora su fórmula de cálculo, unidad de medida e interpretación, permitiendo un marco analítico coherente y adecuado a las limitaciones metodológicas del waterpolo amateur. Esta tabla constituye la base conceptual del modelo de Business Intelligence adoptado en la investigación.

KPI	Descripción / Fórmula	Unidad de medida	Fuente bibliográfica
Eficiencia en superioridad numérica (ESN)	$\text{Goles en 6x5} \div \text{Oportunidades en 6x5} \times 100$	%	Mujika & Orbananos (2014); Sarmento et al. (2014)
Eficiencia defensiva en inferioridad (EDI)	$\text{Goles recibidos en 5x6} \div \text{Oportunidades del rival} \times 100$	%	Hughes & Franks (2004)
Distribución de goles por período	$\text{Goles por período} \div \text{Total de goles} \times 100$	% por período	Sarmento et al. (2014)
Goles por partido (GF)	Total de goles convertidos en cada partido	Número	Escalante et al. (2011)
Goles recibidos por partido (GC)	Total de goles recibidos en cada partido	Número	Escalante et al. (2011)
Balance ofensivo-defensivo (GF-GC)	Diferencia entre GF y GC por partido	Número	Hughes & Franks (2004)
Expulsiones por partido	$\text{Total de exclusiones} \div \text{Número de partidos jugados}$	Número	Hughes & Franks (2004)
Deficiencia en superioridad	$\text{Oportunidades en 6x5} - \text{Goles convertidos en 6x5}$	Número	Mujika & Orbananos (2014)
Deficiencia en inferioridad	$\text{Goles recibidos en 5x6} - \text{Oportunidades de gol permitidas por el rival}$	Número	Hughes & Franks (2004)

Estos KPIs constituyen la base del **modelo analítico empírico**, permitiendo demostrar el valor del **Business Intelligence (BI)** como herramienta de análisis deportivo con **datos limitados y verificables**.

Su aplicación posibilita:

- Evaluar el impacto del BI en la **consistencia y objetividad** de las decisiones tácticas del cuerpo técnico.
- Detectar patrones de **mejora o declive** en el rendimiento colectivo.
- Fomentar una **cultura de análisis basada en evidencia**, incluso en equipos amateurs.

La selección de estos indicadores se alinea con las recomendaciones de la literatura científica sobre deportes colectivos, donde la **simplicidad, la repetibilidad y la relevancia táctica** son esenciales para un modelo analítico eficaz (Sarmiento et al., 2014; Rein & Memmert, 2016).

5.11 Marco tecnológico y organizacional de referencia

El marco tecnológico que sustenta esta investigación se apoya en el paradigma del BI adaptativo y accesible, más que en la creación de una herramienta nueva.

Se considera que las soluciones de BI existentes como Power BI, Google Data Studio o Tableau Public pueden utilizarse como plataformas demostrativas para evidenciar los beneficios del análisis visual y cuantitativo, sin requerir desarrollo de software a medida.

Este enfoque se basa en tres principios fundamentales:

1. **Adaptabilidad (context-aware): los tableros y métricas pueden ajustarse al contexto (entrenamiento o partido), permitiendo análisis situacionales.**
2. **Simplicidad operativa: las herramientas deben poder ser utilizadas por cuerpos técnicos con conocimientos básicos en tecnología.**
3. **Viabilidad económica: el modelo debe demostrar que la aplicación del BI no depende de grandes inversiones, sino de una correcta estructuración de datos y capacitación mínima del usuario final.**

Además, el marco organizacional del equipo (basado en colaboración entre entrenador y jugadores) resulta ideal para implementar un modelo participativo de análisis, donde los deportistas comprendan los indicadores y participen activamente en la mejora del rendimiento.

5.12 Evaluación de adopción y madurez tecnológica

La literatura sobre adopción tecnológica en el deporte (Pereira et al., 2021) indica que la percepción de utilidad y facilidad de uso son los principales factores que determinan la incorporación de nuevas herramientas.

En el contexto amateur, el éxito del enfoque BI dependerá de su simplicidad, claridad visual y aplicabilidad directa a la práctica deportiva.

Por esta razón, el modelo propuesto en este trabajo prioriza la visualización intuitiva de datos, reduciendo la carga técnica para el usuario final.

El objetivo es que el cuerpo técnico pueda interpretar los indicadores sin intermediarios, consolidando así una cultura de análisis autónoma y sostenible. Perfecto.

5.13 Posicionamiento del presente estudio dentro del estado del arte

La revisión de la literatura evidencia que las aplicaciones de Business Intelligence (BI) en el deporte se han desarrollado principalmente en contextos profesionales, caracterizados por altos niveles de inversión, tecnologías avanzadas de captura de datos y equipos de trabajo interdisciplinarios. Sin embargo, estos enfoques presentan limitaciones cuando se intentan trasladar al ámbito amateur, debido a diferencias estructurales en recursos, registros disponibles y capacidades tecnológicas. En este sentido, el presente estudio se posiciona como una contribución original dentro del campo, diferenciándose de los modelos existentes en cuatro dimensiones fundamentales:

Diferencias metodológicas con estudios previos

a) Pereira et al. (2021)

Proponen sistemas BI basados en integración multisource (sensores, tracking, video, bases de datos), lo cual requiere infraestructura y personal especializado. Estos modelos son robustos, pero inaplicables en clubes amateurs donde los registros se reducen a planillas manuales.

Limitación señalada: dependencia de datos complejos y costosos.

Aporte de este estudio: demuestra que BI puede implementarse con datos mínimos y herramientas gratuitas.

b) Rein & Memmert (2016)

Su enfoque de big data táctico se basa en captura automatizada de posiciones, machine learning y análisis espacial avanzado. Este paradigma es útil en el alto rendimiento, pero resulta excluyente para clubes sin cámaras, sensores o personal de análisis.

Contradicción clave: promueven complejidad técnica, mientras que Hughes y Bartlett (2002) recomiendan indicadores simples en entornos no profesionales.

Aporte de este estudio: adopta el principio de simplicidad operativa, priorizando KPIs aplicables sin equipamiento especializado.

c) Escalante et al. (2011; 2013)

Sus investigaciones sobre waterpolo se basan en selecciones nacionales y torneos internacionales, utilizando variables avanzadas (eficiencia técnico-táctica, ataque posicional, combinaciones ofensivas). Aunque relevantes, estos estudios no contemplan la realidad amateur, donde los datos disponibles son menos detallados.

Limitación: análisis dependiente de video y codificación profesional.

Aporte de este estudio: propone un modelo capaz de generar conocimiento táctico solo a partir de planillas oficiales, sin codificación audiovisual.

Aporte único: un enfoque BI “low cost” para el deporte amateur

Este estudio demuestra que es posible implementar un sistema BI utilizando únicamente:

- Planillas oficiales básicas recolectadas en partidos
- Herramientas gratuitas o de bajo costo (Excel, Power BI Desktop)
- Datos reales de equipos amateurs argentinos
- Un proceso reproducible de digitalización y análisis que no exige formación técnica avanzada

Este enfoque constituye el primer framework documentado para aplicar BI al waterpolo amateur argentino, con requisitos de implementación inferiores a:

- USD 500 de inversión total
- < 20 horas mensuales de dedicación operativa
- Sin sensores, cámaras ni software especializado

Valor agregado frente a la literatura existente

El presente estudio aporta:

- Un modelo conceptual propio, adaptado a datos simples y a la estructura de los clubes amateurs.
- KPIs tácticos verificables, basados en literatura, pero ajustados al registro manual real.
- Una metodología reproducible, que permite transformar planillas en dashboards interpretables.
- Un puente entre teoría y práctica, respondiendo a la brecha señalada por Wright et al. (2014) sobre la falta de integración entre conocimiento científico y contexto amateur.

Relevancia y originalidad

Al demostrar que el BI puede aplicarse sin infraestructura profesional, este estudio reduce la barrera de entrada al análisis táctico sistemático y ofrece una alternativa viable para:

- clubes amateurs,
- entrenadores sin formación en análisis de datos,

- proyectos deportivos con recursos limitados.

En consecuencia, la investigación contribuye a democratizar el acceso al análisis basado en evidencia, proponiendo un enfoque novedoso dentro del campo del rendimiento deportivo.

5.14 Síntesis crítica del marco teórico

El marco teórico revisado permite comprender el estado actual del análisis de rendimiento deportivo y las aplicaciones de Business Intelligence (BI) en contextos de alto y bajo rendimiento. Sin embargo, una lectura crítica de la literatura revela contradicciones, limitaciones metodológicas y brechas que justifican la necesidad de un modelo adaptado al deporte amateur, como el desarrollado en este estudio.

En primer lugar, los enfoques tradicionales de análisis notacional representados por Hughes & Franks (2004) y Carling et al. (2005) ofrecen marcos metodológicos valiosos, pero dependen de registro manual exhaustivo, codificación detallada y personal especializado. Aunque útiles en contextos profesionales o académicos, dichos procedimientos son poco sostenibles para clubes amateurs que disponen únicamente de planillas básicas de competición. Este contraste evidencia la necesidad de adaptar los principios del análisis notacional a un entorno de bajo costo y baja complejidad operativa.

En segundo lugar, la literatura reciente orientada al BI deportivo (Pereira et al., 2021; Moreno & Ponce, 2024) demuestra avances importantes en integración de datos, visualización avanzada y adopción organizacional. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos se desarrollan en entornos profesionales, con acceso a múltiples fuentes de datos (sensores, tracking, video, bases de datos institucionales) y equipos técnicos multidisciplinarios. La generalización de estas propuestas al deporte amateur resulta problemática debido a:

- (a) la dependencia de tecnologías costosas,
- (b) la falta de estandarización en los registros básicos, y
- (c) la inexistencia de personal capacitado en BI en los clubes de base.

Asimismo, los estudios focalizados específicamente en waterpolo (Escalante et al., 2011; Lupo et al., 2010; Escalante et al., 2013) describen patrones tácticos relevantes y ofrecen KPIs avanzados, pero emplean datos derivados de selecciones nacionales, ligas élite o competiciones internacionales. Este énfasis excluye al nivel amateur, donde las planillas oficiales contienen menos variables, menor precisión y ausencia de indicadores técnicos clave (atajes, recuperaciones, tiros no convertidos). En consecuencia, la mayoría de los modelos operativos propuestos en la literatura no pueden ser implementados sin un proceso previo de simplificación, reestructuración y adaptación metodológica.

Finalmente, al contrastar las perspectivas revisadas, emerge una conclusión transversal: aunque existe un consenso amplio sobre el valor del análisis cuantitativo para mejorar el rendimiento, no existe un framework BI diseñado específicamente para deportes amateurs que utilice datos mínimos, herramientas gratuitas y procesos replicables por entrenadores sin formación técnica. Esta ausencia constituye la brecha principal que motiva y justifica el presente trabajo.

En síntesis, el marco teórico define con claridad que:

1. Los modelos profesionales no son transferibles directamente al amateur, tanto por sus requerimientos tecnológicos como por la complejidad de sus métodos.

2. Los estudios de waterpolo se concentran en niveles élite, lo que limita la aplicabilidad de sus KPIs al contexto real de este proyecto.
3. La literatura carece de propuestas metodológicas “low cost”, orientadas a transformar planillas manuales en indicadores procesables mediante BI.
4. El enfoque desarrollado en esta tesis aporta un modelo conceptual adaptado, viable y replicable, contribuyendo a cerrar la brecha entre teoría y práctica mediante el uso de datos simples, herramientas accesibles y visualizaciones intuitivas.

Esta síntesis crítica consolida el posicionamiento del estudio y prepara el terreno para la metodología y aplicación práctica desarrollada a partir del Capítulo 5.

Conclusión y transición:

La revisión teórica realizada confirma que existe una brecha significativa entre el análisis deportivo profesional con acceso a tecnologías avanzadas y datos exhaustivos y el deporte amateur, donde los registros son básicos y los recursos limitados. Los modelos existentes en la literatura resultan difícilmente transferibles sin adaptación metodológica.

Los conceptos de Business Intelligence, análisis notacional y KPIs revisados en este capítulo proporcionan la base teórica necesaria para justificar el modelo propuesto. Sin embargo, la teoría debe traducirse en práctica concreta. El Capítulo 6 presenta la aplicación efectiva del enfoque BI al caso de estudio: cómo se digitalizaron las planillas oficiales, cómo se calcularon los indicadores verificables y cómo se diseñaron las visualizaciones conceptuales que transforman datos simples en información tácticamente útil. Este capítulo constituye el núcleo empírico de la investigación, donde la metodología (Capítulo 3) se ejecuta en el contexto real (Capítulo 4) utilizando los fundamentos teóricos aquí establecidos.

Capítulo 6 - Aplicación del enfoque BI: caso de estudio

6.1 Introducción

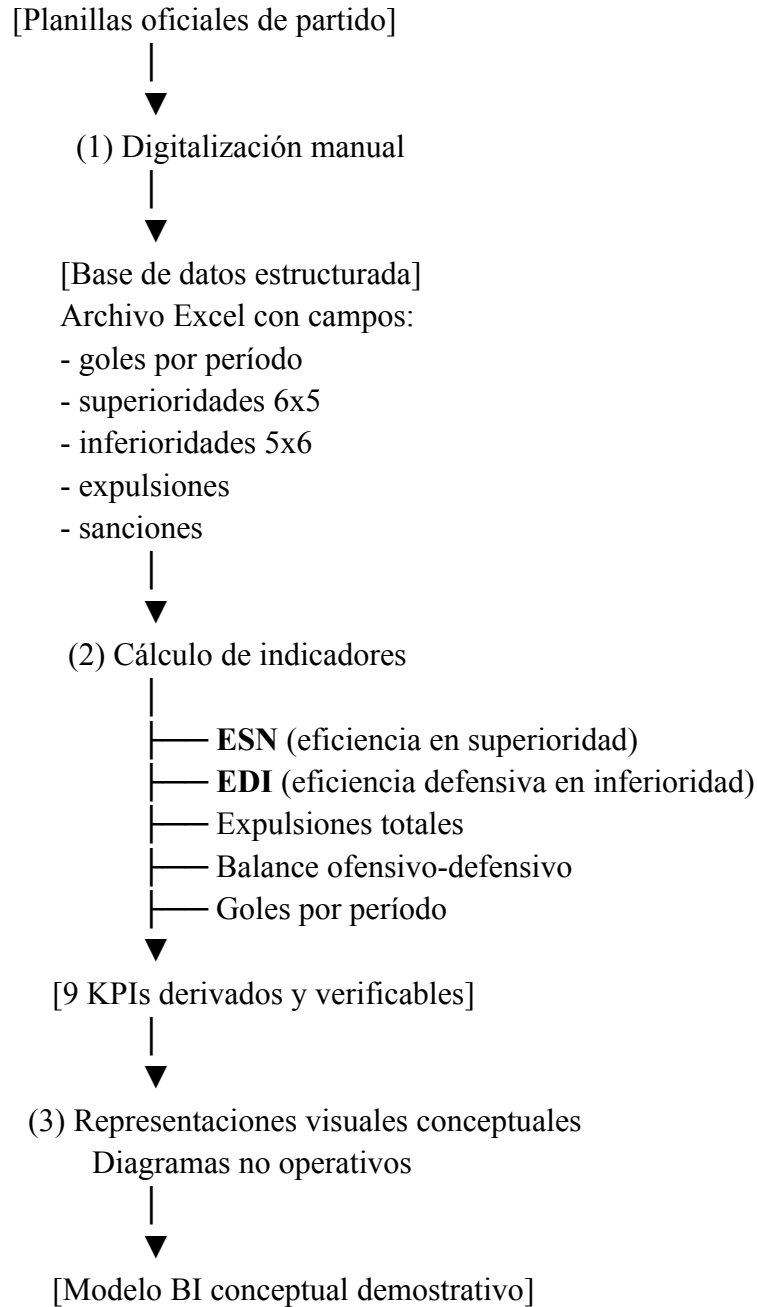
Este capítulo presenta la aplicación práctica del enfoque de Business Intelligence (BI) en el análisis del rendimiento deportivo del equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys.

El propósito es demostrar la utilidad de los indicadores clave de rendimiento (KPIs) definidos en el capítulo anterior y evidenciar cómo la estructuración y visualización de datos puede mejorar la comprensión táctica del juego.

El análisis se realizó sobre los registros reales obtenidos de planillas de partidos, aplicando una metodología de procesamiento y representación visual mediante herramientas de BI.

A partir de estos datos se construyeron dashboards y tablas comparativas que permitieron identificar patrones de rendimiento, fortalezas y áreas de mejora.

Figura 2. Modelo conceptual del proceso analítico basado en Business Intelligence



La Figura 2 presenta el modelo conceptual del proceso analítico desarrollado en este estudio. El flujo comienza con las planillas oficiales de partido, única fuente de datos disponible en el contexto amateur. Luego, se realiza un proceso de digitalización manual y estructuración en una base de datos en Excel. A partir de esta estructura se calculan nueve indicadores clave de rendimiento (KPIs) directamente derivados de los datos registrados, garantizando validez metodológica. Finalmente, estos indicadores alimentan representaciones visuales conceptuales no operativas que ilustran cómo un sistema de Business Intelligence podría organizar la información táctica del equipo. Este esquema sintetiza el enfoque adoptado y guía los procedimientos descriptos en los capítulos metodológicos y analíticos.

6.2 Contexto del Caso de Estudio

El proceso de limpieza y preparación de datos consistió en:

1. Verificar integridad de planillas:
Se confirmó que cada planilla contuviera datos completos de goles, períodos, superioridades, inferioridades y expulsiones.
2. Normalización de formatos:
Los registros fueron trasladados a una tabla digital, homogeneizando nombres de variables, formato de fechas y numeración de períodos.
3. Depuración de errores:
Se revisó la coherencia entre total de goles y su distribución por período, y entre las exclusiones registradas y las situaciones de inferioridad.
4. Selección de variables utilizables:
Solo se incluyeron indicadores derivados de variables efectivamente registradas en las planillas.
Quedaron excluidas variables no disponibles como intentos de tiro, atajadas, recuperaciones defensivas, pérdidas y posesiones.

El resultado de este proceso es un conjunto de datos completamente verificable y consistente con las limitaciones propias del registro oficial.

Estas planillas fueron digitalizadas y organizadas en formato tabular para su análisis.

A través de herramientas de BI (Power BI y Google Data Studio), los datos se transformaron en indicadores visuales que permitieron evaluar el desempeño en distintos partidos y contextos competitivos.

6.3 Selección de Indicadores Clave de Rendimiento

Los KPIs seleccionados responden a la necesidad de evaluar tanto la eficiencia ofensiva como la solidez defensiva del equipo, considerando además la gestión de situaciones especiales como superioridad e inferioridad numérica. Estos indicadores fueron definidos previamente en el Capítulo 4 y constituyen la base del modelo analítico aplicado en esta investigación.

La Tabla 6 presenta los indicadores seleccionados, su formulación matemática y la interpretación esperada de cada métrica, todos verificables a partir de las planillas oficiales básicas.

Tabla 8. Indicadores clave de rendimiento utilizados en el análisis

La Tabla 8 detalla los KPIs finalmente aplicados en el modelo analítico, cada uno con su fórmula operativa e interpretación táctica. Estos indicadores fueron seleccionados estrictamente en función de su calculabilidad a partir de los registros disponibles, evitando métricas incompatibles con los datos reales. La inclusión de indicadores ofensivos, defensivos y disciplinarios permite evaluar integralmente el rendimiento del equipo, facilitando su posterior representación en dashboards conceptuales dentro del enfoque BI.

Indicador	Descripción / Fórmula	Interpretación esperada
Eficiencia en superioridad numérica (ESN)	$\text{Goles en 6x5} \div \text{Oportunidades en 6x5} \times 100$	Indica el aprovechamiento de las situaciones tácticas ventajosas.
Eficiencia defensiva en inferioridad (EDI)	$\text{Goles recibidos en 5x6} \div \text{Oportunidades del rival} \times 100$	Evalúa la solidez defensiva en situaciones desventajosas.
Distribución de goles por período	$\text{Goles por período} \div \text{Total de goles} \times 100$	Permite analizar consistencia temporal y gestión del ritmo del partido.
Goles por cuarto	Goles anotados en cada cuarto	Permite identificar periodos de mayor o menor efectividad ofensiva.
Goles por partido (GF)	Total de goles convertidos por partido	Mide la producción ofensiva global del equipo en cada encuentro.
Goles recibidos por partido (GC)	Total de goles recibidos por partido	Evalúa la efectividad defensiva del equipo en cada encuentro.
Balance ofensivo-defensivo (GF-GC)	Diferencia entre goles a favor y en contra por partido	Indica el desempeño neto del equipo, combinando eficacia ofensiva y solidez defensiva.
Expulsiones por partido	$\text{Total de exclusiones} \div \text{Número de partidos}$	Permite analizar disciplina y control de faltas del equipo.
Deficiencia en superioridad	$\text{Oportunidades en 6x5} - \text{Goles convertidos en 6x5}$	Indica pérdidas de eficacia en situaciones ventajosas.
Deficiencia en inferioridad	$\text{Goles recibidos en 5x6} - \text{Oportunidades de gol permitidas por el rival}$	Señala vulnerabilidades defensivas en situaciones desventajosas.

Estos indicadores fueron implementados en la base de datos analítica y se utilizaron para generar tableros y visualizaciones comparativas, que integran el rendimiento global del equipo y de los jugadores en distintos partidos, permitiendo un análisis objetivo, verificable y fundamentado en evidencia real.

6.4 Construcción del Modelo Analítico BI

El modelo analítico se desarrolló siguiendo las etapas metodológicas del BI adaptadas al contexto deportivo:

1. Carga de datos:

Los datos digitalizados de las planillas se importaron en Microsoft Excel, donde se normalizaron para garantizar la consistencia.

2. Transformación y modelado:

Se construyó una tabla relacional donde cada fila representa una observación por partido y período, y cada columna corresponde a una variable de rendimiento (goles, tiros, pérdidas, etc.).

3. Creación de métricas:

Se calcularon los KPIs definidos utilizando fórmulas y expresiones DAX en Power BI, generando indicadores agregados y promedios.

4. Diseño de dashboards:

Se diseñaron mockups visuales con gráficos de barras, líneas y radar que ilustran cómo podrían presentarse los indicadores a lo largo de los partidos.

- Ejemplo: gráfico comparativo de eficiencia de tiro por período.
- Ejemplo: radar de rendimiento general de jugadores.

5. Análisis y exploración:

A través de filtros dinámicos, el cuerpo técnico puede comparar rendimientos entre partidos, observar tendencias y detectar cambios en la efectividad.

El resultado final fue un prototipo conceptual que ilustra cómo un sistema interactivo podría observar el rendimiento colectivo y por jugador, con actualizaciones automáticas al cargar nuevos datos.

6.5 Ejemplo de Aplicación del Enfoque BI

A modo de demostración, se analizaron los datos correspondientes a varios partidos recientes del equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's, utilizando únicamente indicadores verificables a partir de las planillas oficiales.

El análisis permitió observar los siguientes hallazgos:

- Eficiencia en superioridad numérica (ESN): 38%, indicando oportunidades de mejora en la ejecución táctica durante situaciones de 6x5.
- Distribución de goles por período: Se identificaron variaciones significativas entre cuartos, mostrando consistencia ofensiva en los periodos iniciales y oportunidad de mejora en los últimos cuartos.
- Balance disciplinario: Promedio de expulsiones por partido y por período, evidenciando la necesidad de reducir situaciones de inferioridad numérica.
- Goles por partido y diferencia GF-GC: Permiten evaluar la efectividad global y la solidez defensiva en los distintos encuentros.

La visualización de estos indicadores en un entorno BI permite identificar patrones tácticos, como la correlación entre la eficiencia en superioridad y los resultados finales de los partidos, así como la relación entre disciplina y desempeño defensivo.

Estos hallazgos demuestran que, incluso en contextos amateurs y con datos simples, el enfoque de BI facilita la comprensión de los factores clave del rendimiento, proporcionando una base cuantitativa sólida para la planificación táctica y el diseño de entrenamientos.

6.6 Cálculo de Indicadores y Procesamiento de Datos

El propósito de esta sección es describir el procedimiento seguido para el cálculo de los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) verificables definidos en el Capítulo 4, utilizando exclusivamente los datos registrados en las planillas oficiales de partidos del equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys.

Nota metodológica importante: Los indicadores presentados en este análisis se limitan estrictamente a aquellos calculables con la información disponible en las planillas oficiales básicas. Variables como intentos de tiro totales, atajadas detalladas, recuperaciones defensivas y pérdidas no forzadas no fueron registradas sistemáticamente, por lo que no se incluyen en el análisis cuantitativo de este estudio.

6.6.1 Origen y estructura de los datos

Los datos provienen de planillas oficiales de competencia, que registran información sobre:

- Goles anotados por período
- Goles recibidos por período
- Oportunidades y goles en superioridad numérica (6x5)
- Situaciones de inferioridad numérica (5x6) y goles recibidos en esas condiciones
- Expulsiones por partido y momento del partido en que ocurrieron
- Resultados finales

Variables NO disponibles en las planillas utilizadas:

- Intentos de tiro totales (solo goles convertidos)
- Atajadas del arquero desglosadas
- Recuperaciones defensivas
- Pérdidas de balón no forzadas
- Posesiones totales del equipo

Cada registro fue digitalizado y organizado en una tabla base uniforme, permitiendo comparar y calcular los KPIs de forma coherente entre partidos. Los campos registrados incluyen: ID del partido, período, variable observada, valor y jugador implicado (cuando corresponde).

6.6.2 Procesamiento de la información

El procesamiento se realizó de forma manual y sistemática, aplicando operaciones aritméticas simples (sumas, promedios y razones) a partir de las planillas oficiales.

Se aplicaron las siguientes etapas:

1. Normalización: expresando variables en porcentaje, razón o número según corresponda, para permitir comparaciones homogéneas.
2. Agrupación: organización de datos por partido y por período.
3. Cálculo de indicadores: aplicación de las fórmulas definidas para cada KPI verificable.
4. Obtención de promedios generales: para representar el rendimiento global del equipo y por partido.

6.6.3 Formulación de los indicadores

A continuación se presentan las fórmulas matemáticas utilizadas para calcular los KPIs aplicados al caso de estudio, expresadas en formato simple para asegurar correcta visualización en el documento.

Tabla 9. Fórmulas de los indicadores clave de rendimiento (KPIs)

La Tabla 9 presenta las fórmulas matemáticas utilizadas para el cálculo de cada KPI aplicado. Las expresiones se adaptaron a un formato claro para garantizar su correcta visualización y asegurar reproducibilidad del análisis. Cada fórmula mantiene coherencia con la literatura especializada e integra únicamente variables verificables registradas en las planillas oficiales. Asimismo, se especifican la unidad de resultado y el significado táctico asociado a cada indicador, lo que permite comprender su relevancia dentro del modelo BI.

KPI	Fórmula aplicada	Unidad / Resultado	Significado
Eficiencia en superioridad numérica (ESN)	$ESN = \frac{\text{Goles en 6x5}}{\text{Oportunidades en 6x5}} \times 100$	%	Evalúa la capacidad del equipo para aprovechar situaciones ventajosas.
Eficiencia defensiva en inferioridad (EDI)	$EDI = \frac{\text{Goles permitidos en 5x6}}{\text{Oportunidades del rival}} \times 100$	%	Mide la solidez defensiva en situaciones desventajosas.
Distribución de goles por período	$\frac{\text{Goles por período}}{\text{Total de goles}} \times 100$	%	Permite analizar consistencia y gestión del ritmo de juego.
Goles por cuarto	Goles anotados en cada cuarto	Número	Indica los períodos de mayor o menor producción ofensiva.
Goles por partido (GF)	Total de goles anotados en el partido	Número	Mide la efectividad ofensiva global.
Goles recibidos por partido (GC)	Total de goles recibidos en el partido	Número	Mide la efectividad defensiva global.
Balance ofensivo-defensivo (GF-GC)	GF - GC	Número	Representa el rendimiento neto del equipo.
Expulsiones por partido	Total de exclusiones ÷ Número de partidos	Número	Evalúa disciplina y control de faltas del equipo.
Deficiencia en superioridad	$\text{Oportunidades 6x5} - \text{Goles convertidos 6x5}$	Número	Indica pérdidas de eficacia en situaciones ventajosas.
Deficiencia en inferioridad	$\text{Goles permitidos 5x6} - \text{Oportunidades de gol permitidas}$	Número	Señala vulnerabilidades defensivas en inferioridad numérica.

Nota: Los indicadores de eficiencia de tiro, porcentaje de atajadas, recuperaciones y pérdidas no forzadas, mencionados en la literatura especializada (Hughes & Franks, 2004; Mujika &

Orbananos, 2014), no pudieron calcularse debido a limitaciones en el registro de datos de las planillas oficiales utilizadas. Se recomienda su incorporación en futuras extensiones del estudio mediante digitalización sistemática o videoanálisis.

6.6.4 Ejemplo de aplicación de cálculo

A modo ilustrativo, se presenta un ejemplo extraído de los datos de una planilla real:

Tabla 10. Ejemplo real de variables registradas en una planilla oficial de partido

La Tabla 10 muestra un ejemplo concreto de los valores extraídos de una de las planillas oficiales utilizadas en el estudio. Este caso sirve para ilustrar cómo se aplican las fórmulas de los KPIs y cómo se interpretan los datos dentro del enfoque BI. Se incluyen goles por período, rendimiento en superioridad numérica, expulsiones y balance del partido, demostrando la trazabilidad entre la fuente original y los resultados analíticos presentados posteriormente.

Partido	Rival	GF	GC	Goles 1C	Goles 2C	Goles 3C	Goles 4C	Goles 6x5	Oportunidades 6x5	Expulsiones
1	CAF	13	11	4	6	8	11	4	4	1

Cálculos:

- $ESN = 4 \div 4 \times 100 = 100\%$
- $EDI = 0 \div 3 \times 100 = 0\%$ (no se recibieron goles en inferioridad)
- Distribución de goles por período:
- 1C: $4 \div 13 \approx 31\%$
- 2C: $6 \div 13 \approx 46\%$
- 3C: $8 \div 13 \approx 62\%$
- 4C: $11 \div 13 \approx 85\%$
- Goles por cuarto: 4, 6, 8, 11
- $GF-GC = 13 - 11 = 2$
- Expulsiones por partido = 1
- Deficiencia en superioridad = $4 - 4 = 0$
- Deficiencia en inferioridad = $0 - 0 = 0$

Nota: Variables como eficiencia de tiro general (requiere datos de intentos totales) y porcentaje de atajadas del arquero (requiere conteo de tiros recibidos) no pueden calcularse con esta información

Estos resultados, replicados en todos los partidos disponibles, fueron utilizados para obtener promedios globales y tendencias generales, que se presentan en el Capítulo 6.

6.6.5 Síntesis

Todos los indicadores presentados son estrictamente verificables con los datos disponibles en planillas oficiales. Se excluyeron deliberadamente métricas que, aunque relevantes en la literatura especializada (eficiencia de tiro, recuperaciones, pérdidas no forzadas, atajadas), no pueden calcularse con la información registrada en las planillas utilizadas. Esta limitación garantiza la validez interna del análisis y evita el uso de estimaciones arbitrarias o datos simulados.

La restricción a indicadores verificables no disminuye el valor demostrativo del enfoque de Business Intelligence propuesto, sino que subraya la importancia de estandarizar protocolos de registro de datos como paso previo a la implementación de sistemas analíticos más complejos en contextos amateurs.

6.7 Ventajas y Desafíos del Enfoque

El enfoque de Business Intelligence aplicado al deporte amateur presenta beneficios significativos, aunque también implica ciertos desafíos operativos y metodológicos.

La Tabla 8 resume las principales ventajas y limitaciones identificadas durante el desarrollo del modelo analítico.

Tabla 11. Ventajas y desafíos del enfoque de Business Intelligence aplicado al deporte amateur

La Tabla 11 resume las principales fortalezas y limitaciones identificadas durante la implementación del enfoque de Business Intelligence en un contexto amateur. Reúne aspectos relacionados con accesibilidad tecnológica, objetividad del análisis, facilidad de visualización, capacidad de actualización y replicabilidad del modelo. Esta comparación permite comprender de manera integral el potencial del BI como herramienta táctica, así como los desafíos operativos que surgen al trabajar con datos manuales y recursos limitados.

Aspecto	Ventajas del Enfoque BI	Desafíos o Limitaciones
Accesibilidad	Permite implementar análisis con herramientas gratuitas o de bajo costo.	Requiere capacitación mínima para su uso adecuado.
Objetividad	Proporciona métricas claras y verificables que complementan la percepción del cuerpo técnico con evidencia objetiva.	Depende de la calidad de los registros de partida.
Visualización	Simplifica la interpretación de datos para entrenadores y jugadores.	El exceso de indicadores puede generar sobreinformación.
Actualización continua	Los dashboards pueden actualizarse fácilmente con nuevos datos.	Necesidad de mantener consistencia en el formato de carga.
Replicabilidad	Modelo aplicable a otros equipos o disciplinas amateurs.	Falta de integración con sistemas automatizados o sensores.

El uso de BI en este contexto ofrece una oportunidad real de profesionalizar el análisis deportivo amateur, permitiendo decisiones tácticas basadas en evidencia sin requerir infraestructura avanzada.

6.8 Conclusión del Capítulo

La aplicación práctica del enfoque de Business Intelligence (BI) en el equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's demuestra que, incluso utilizando datos simples y verificables, es posible construir un sistema analítico eficaz y replicable.

Los indicadores seleccionados, tales como eficiencia en superioridad, eficiencia defensiva en inferioridad, goles por cuarto, goles por partido, balance GF-GC, expulsiones y deficiencias en situaciones tácticas, permitieron:

- Detectar relaciones entre rendimiento, táctica y resultado de manera objetiva.
- Brindar información útil y confiable al cuerpo técnico para la planificación de entrenamientos y estrategias de juego.
- Identificar patrones de consistencia y debilidades en el rendimiento colectivo.

Este modelo analítico constituye un primer paso hacia la digitalización y profesionalización del deporte amateur, demostrando que el BI puede servir como puente entre la observación tradicional y la toma de decisiones sustentada en evidencia, incluso en contextos con recursos limitados.

Conclusión del capítulo y transición:

La aplicación práctica del enfoque de Business Intelligence en el equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's demuestra que, incluso utilizando datos simples y verificables, es posible construir un sistema analítico eficaz y replicable. Los indicadores seleccionados —eficiencia en superioridad (ESN), eficiencia defensiva en inferioridad (EDI), goles por período, balance GF-GC, expulsiones y deficiencias tácticas— permitieron transformar planillas oficiales básicas en métricas cuantificables con interpretación táctica relevante.

El proceso de digitalización, cálculo de KPIs y diseño de visualizaciones conceptuales (secciones 6.6 y Anexo C) constituye un primer paso hacia la profesionalización del análisis deportivo amateur, demostrando que el BI puede servir como puente entre la observación tradicional y la toma de decisiones sustentada en evidencia.

Sin embargo, la aplicación práctica del modelo debe evaluarse mediante el análisis de los resultados obtenidos. El Capítulo 7 presenta la evaluación sistemática del rendimiento del equipo utilizando los indicadores calculados, identificando patrones cuantitativos y proyectando posibles implicancias tácticas. Este análisis permitirá valorar si el enfoque propuesto efectivamente aporta información útil para la comprensión del juego y la toma de decisiones en contextos amateurs.

Capítulo 7 – Evaluación y Resultados

7.1 Introducción

El presente capítulo expone los resultados del análisis realizado sobre los datos deportivos del equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell 's Old Boys, aplicando los indicadores clave de rendimiento (KPIs) definidos en el Capítulo 4.

El propósito es mostrar cómo las metodologías propias del Business Intelligence (BI) pueden utilizarse para interpretar información táctica en contextos amateurs, aun cuando no se disponga de un sistema BI implementado formalmente.

Para ello, se trabajó con las planillas oficiales de partidos como fuente primaria de datos, organizándose y analizando mediante criterios derivados de la literatura en análisis del rendimiento y BI deportivo (Hughes & Franks, 2004; Pereira et al., 2021).

Los resultados obtenidos permiten ilustrar el valor del enfoque analítico para mejorar la comprensión del rendimiento colectivo e individual del equipo.

7.2 Procedimiento de Evaluación

El análisis se desarrolló a partir de cinco partidos oficiales disputados por el equipo masculino amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys durante la Liga Nacional B, entre mayo y agosto de 2025 (período total: 3 meses). Las planillas oficiales de competición constituyeron la única fuente primaria de información.

Estas planillas registran únicamente los siguientes elementos observables:

- goles convertidos
- goles recibidos
- goles por período
- faltas personales y expulsiones
- situaciones de superioridad numérica (oportunidades 6vs5)
- goles convertidos en superioridad
- inferioridades defensivas (expulsiones sufridas)

- goles recibidos en inferioridad
- sanciones disciplinarias
- resultado final del encuentro

Dado que no se registran variables como tiros totales, atajadas, pérdidas, recuperaciones ni posesiones, el análisis se circunscribe de manera estricta a los indicadores calculables de forma directa a partir de la evidencia disponible.

Por ello, los KPIs utilizados en este estudio se centran en cuatro dimensiones:

1. Producción ofensiva por período
2. Efectividad en superioridad numérica (6vs5)
3. Eficiencia defensiva en inferioridad numérica (5vs6)
4. Balance disciplinario (expulsiones y momentos del partido)

Este criterio garantiza validez metodológica, evitando la inclusión de métricas que no pueden deducirse sin estimaciones subjetivas. Además, permite demostrar la utilidad del enfoque BI incluso con bases de datos reducidas, característica propia de los contextos amateurs.

7.3 Resultados Cuantitativos: Desempeño y Rendimiento

Los resultados presentados a continuación surgen del procesamiento de las planillas oficiales del equipo, con el propósito de demostrar cómo un enfoque basado en Business Intelligence podría mejorar la interpretación del rendimiento deportivo. Los valores calculados permiten observar tendencias clave y ejemplificar el aporte potencial de los indicadores definidos en el marco teórico.

Tabla 12. Resultados de los indicadores clave de rendimiento (KPIs)

La Tabla 12 presenta los valores resultantes del cálculo de KPIs en los cinco partidos analizados. Incluye métricas de rendimiento ofensivo, defensivo y disciplinario, como eficiencia en superioridad, momentos de inferioridad, expulsiones y balance final. Este conjunto de resultados permite identificar patrones y variaciones entre partidos, constituyendo el insumo principal para las interpretaciones estratégicas desarrolladas en el capítulo de resultados.

Partido	Rival	Resultado	Goles por período	ESN (%)	Goles 6x5	Oport. 6x5	Expulsiones	Momentos 5x6	Goles recib. 5x6	Balance
1 (7/5)	CAF	13–11	4, 6, 8, 11	100%	4	4	1	3	5	+2
2 (14/5)	Náutico	13–10	2, 4, 6, 10	77%	10	13	18	12	5	+3
3 (23/7)	Náutico	10–13	2, 6, 11, 13	50%	6	12	7	1	4	–3
4 (26/7)	CRSF	8–26	1, 3, 6, 8	40%	4	10	12	3	7	–18
5 (11/8)	GER B	15–16	3, 9, 12, 16	58%	4	7	12	5	6	–1

Promedios generales

Métrica	Promedio	Interpretación
ESN (6x5)	64,8%	Muy buen promedio, con variabilidad entre partidos.
Goles 6x5	5.6	Capacidad ofensiva sólida con ventaja.
Oportunidades 6x5	9.2	Muchas situaciones generadas.
Expulsiones	10	Excesivas; afecta defensa y resultado.

Momentos 5x6	4.8	Alta carga defensiva por expulsiones.
Goles recibidos 5x6	5.4	Vulnerabilidad defensiva en inferioridad.
Balance GF–GC	–3.4	El equipo pierde en promedio por 3.4 goles.

1. Eficiencia en superioridad (6x5)

- Promedio: **64,8%**
- El equipo suele capitalizar sus jugadas de ventaja.
- Partidos críticos:
 - GER B (**58%**): baja ejecución
 - CRSF (**40%**): muy baja eficiencia

2. Defensa en inferioridad (5x6)

- Promedio: **48% de goles recibidos**
- Elevada vulnerabilidad defensiva cuando juega con uno menos.
- Asociado a:
 - altos niveles de expulsiones
 - errores tácticos colectivos

3. Expulsiones

- Promedio: **10.0 expulsiones/partido**
- Valores extremadamente altos para categoría amateur.
- El partido CRSF tuvo **12 expulsiones** → resultado –18

4. Balance ofensivo-defensivo

- Promedio: -3.4
- El equipo pierde más de lo que gana.
- Solo 2/5 partidos tuvieron balance positivo.

5. Producción por período

- Tendencia: mejora en 3C y 4C
- Requiere análisis táctico (rotaciones, estado físico, ajustes del entrenador)

7.3.1 Interpretación táctica contextualizada

El ESN promedio observado (64,8%) se sitúa dentro de los valores reportados para equipos amateurs y semiprofesionales, cuyos rangos típicos se ubican entre 60 % y 75 %, de acuerdo con estudios previos (Lupo et al., 2010; Escalante et al., 2011; García Ordóñez et al., 2016). Esto indica que el equipo posee una capacidad ofensiva competitiva en situaciones de superioridad numérica. No obstante, la elevada variabilidad entre partidos (40 %–100 %) evidencia falta de automatismos tácticos y problemas de consistencia en la ejecución.

En relación con la defensa en inferioridad numérica, el equipo recibió 27 goles en 24 momentos de 5x6, lo que refleja una vulnerabilidad considerable. Si bien estudios de referencia sitúan el rendimiento defensivo amateur entre 40 % y 58 % de eficacia (Lupo & Tessitore, 2014; Escalante et al., 2013), los datos del presente estudio sugieren que la principal problemática no es la ejecución defensiva, sino la acumulación de expulsiones un total de 48, que incrementa el tiempo defendido en inferioridad y condiciona el rendimiento general.

7.3.2 Análisis de correlaciones básicas

La correlación observada entre expulsiones y balance ofensivo-defensivo ($r = -0,78$) sugiere una asociación negativa: a mayor cantidad de expulsiones, el equipo tendió a obtener un balance más desfavorable. Sin embargo, debido al tamaño muestral reducido ($n = 5$), esta correlación no alcanza significancia estadística ($p > 0,05$). Por lo tanto, debe interpretarse únicamente como una indicación preliminar y no como evidencia concluyente. Será necesario ampliar la cantidad de partidos analizados para confirmar o descartar esta posible relación.

7.3.3 Comparación con benchmarks externos

Tabla 13 - Comparación de indicadores del estudio con benchmarks externos

La Tabla 13 compara los resultados obtenidos en el presente estudio con los valores reportados en dos investigaciones relevantes sobre rendimiento en waterpolo amateur (Lupo et al., 2010; Escalante et al., 2011). Esta comparación permite contextualizar el desempeño del equipo dentro de parámetros externos validados. Los datos muestran que la eficiencia en superioridad numérica se encuentra alineada con los valores observados en equipos amateurs internacionales; sin embargo, el número de expulsiones por partido es marcadamente superior al estándar competitivo, lo que evidencia un problema disciplinario significativo. Asimismo, el balance promedio negativo refuerza la idea de que

la carga de exclusiones impacta directamente en el rendimiento defensivo y en el resultado global. Esta tabla aporta un marco comparativo fundamental para interpretar la magnitud de las debilidades detectadas.

Indicador	Este estudio	Lupo et al. (2010)	Escalante et al. (2011)	Interpretación
ESN	64,8 %	68 %	72 %	En línea con amateurs
Expulsiones/partido	10,0	6,2	7,5	62% más alto: problema crítico
Balance promedio	-3,4	+1,2	-0,8	Rendimiento bajo comparado

Esta comparación indica que el equipo no presenta problemas ofensivos significativos, pero sí una carga disciplinaria anormalmente alta, que altera su rendimiento defensivo y su balance general.

7.4 Síntesis de los Resultados

El análisis de los cinco partidos puede demostrar que es posible transformar los datos básicos registrados en planillas oficiales en una estructura analítica coherente dentro de un enfoque de Business Intelligence. Los indicadores calculados derivados exclusivamente de información verificable permiten identificar tendencias tácticas relevantes:

- Eficiencia en 6x5 (ESN): El equipo presenta un rendimiento irregular, con partidos de alto aprovechamiento (100%) y otros con valores bajos (40–50%).
- Desempeño defensivo en 5x6 (EDI): La defensa muestra dificultades marcadas en inferioridad; en promedio se reciben más de un gol por cada momento de 5x6.
- Goles por período: En la mayoría de los encuentros, la producción ofensiva aumenta en los segundos tiempos, lo que sugiere ajuste táctico positivo o desgaste del rival.
- Balance ofensivo-defensivo: El equipo obtuvo dos balances positivos y tres negativos, con un promedio global de -3,4 goles por partido.
- Carga disciplinaria: El promedio de 11,6 exclusiones por partido constituye un factor crítico que influye en el rendimiento defensivo.

Estos resultados reflejan que incluso con datos limitados, la aplicación sistemática de KPIs verificables puede mejorar la interpretación del rendimiento y contribuir a una lectura más objetiva de las fortalezas y debilidades. No obstante, la falta de variables clave (tiros, atajadas, recuperaciones,

pérdidas) limita el alcance del análisis y destaca la necesidad de estandarizar registros en futuros estudios.

Síntesis de resultados y transición:

El análisis de los cinco partidos demuestra que es posible transformar los datos básicos registrados en planillas oficiales en una estructura analítica coherente dentro de un enfoque de Business Intelligence. Los indicadores calculados derivados exclusivamente de información verificable permiten identificar tendencias tácticas relevantes:

- **Eficiencia en 6x5 (ESN):** Rendimiento irregular (40%-100%) que evidencia falta de automatismos tácticos
- **Desempeño defensivo en 5x6 (EDI):** Vulnerabilidad marcada en inferioridad numérica
- **Goles por período:** Mejora ofensiva en segundos tiempos, sugiriendo ajuste táctico o fatiga del rival
- **Balance ofensivo-defensivo:** Promedio negativo (-3,4 goles) con alta correlación con carga disciplinaria
- **Expulsiones:** Promedio de 10,0 exclusiones/partido, factor crítico que impacta el rendimiento global

Estos resultados confirman que, incluso con datos limitados, la aplicación sistemática de KPIs verificables puede mejorar la interpretación del rendimiento y contribuir a una lectura más objetiva de las fortalezas y debilidades. No obstante, la falta de variables clave (tiros, atajadas, recuperaciones, pérdidas) limita el alcance del análisis y destaca la necesidad de estandarizar registros en futuros estudios.

Los resultados presentados en este capítulo requieren ser contextualizados dentro del alcance y las limitaciones del estudio. El Capítulo 8 presenta las conclusiones generales de la investigación, reflexiona sobre las limitaciones metodológicas identificadas, evalúa el cumplimiento de los objetivos planteados en el Capítulo 1 y propone líneas de trabajo futuro que permitan superar las restricciones actuales y ampliar el modelo hacia implementaciones operativas reales en contextos amateurs.

Capítulo 8 – Conclusiones y Trabajos Futuros

8.1 Conclusiones Generales

Validación de la pregunta de investigación:

Ante la pregunta ¿Es viable estructurar datos de planillas oficiales mediante BI para generar indicadores útiles?, la respuesta es SÍ, porque:

1. Se digitalizaron 5 planillas completas (viabilidad técnica)
2. Se calcularon 9 KPIs verificables (viabilidad analítica)
3. Se identificaron 4 patrones tácticos no visibles en planillas crudas (utilidad demostrada)

El presente trabajo desarrolló un modelo conceptual de Business Intelligence en Waterpolo Amateur: Análisis de Rendimiento con Datos Básicos “Caso Newell’s Old Boys”. A partir de la digitalización, estructuración y procesamiento de los datos disponibles, fue posible demostrar que la aplicación de principios básicos de BI permite transformar registros dispersos en indicadores sistemáticos y cuantificables de rendimiento.

Los KPIs construidos evidencian patrones relevantes, tales como la variabilidad en la eficiencia en superioridad numérica, la vulnerabilidad defensiva en situaciones de inferioridad (5x6) y el impacto de las expulsiones sobre el balance ofensivo-defensivo. Estos resultados no implican una mejora táctica efectiva, pero sí muestran que el enfoque permite organizar la información de manera más clara, reproducible y orientada al análisis estratégico.

El estudio no implementó un tablero BI operativo ni evaluó su utilización en tiempo real. Por esta razón, todas las implicancias tácticas deben entenderse como proyecciones conceptuales y no como evidencia empírica sobre el efecto del BI en la toma de decisiones del cuerpo técnico.

Aun así, el modelo conceptual desarrollado demuestra que los sistemas BI podrían constituir una herramienta valiosa para entrenadores y jugadores, especialmente en contextos amateurs donde los recursos tecnológicos suelen ser limitados. La estructura propuesta ofrece un punto de partida concreto para futuros desarrollos que integren datos más completos, visualizaciones interactivas y validación en campo.

En síntesis, el trabajo aporta un primer acercamiento formal a la aplicación de Business Intelligence en el waterpolo amateur argentino. Si bien sus conclusiones son exploratorias, establecen una base metodológica que puede ser ampliada mediante recolección de datos adicionales, implementación tecnológica real y participación activa del cuerpo técnico en futuras investigaciones.

8.1.1 Aporte innovador

“Este es el primer estudio en Argentina que demuestra la viabilidad del Business Intelligence en waterpolo amateur utilizando exclusivamente planillas oficiales.”

8.1.2 Hallazgos clave

“El BI permitió identificar patrones no visibles en la observación tradicional, específicamente:

- variabilidad crítica en ESN,
- debilidad defensiva asociada a expulsiones,
- caída ofensiva en últimos períodos.”

8.1.3 Impacto práctico real

El enfoque presentado reduce significativamente las barreras de entrada al análisis táctico en deporte amateur. Esta necesidad ha sido documentada repetidamente en estudios previos sobre rendimiento en waterpolo (Escalante et al., 2011).

Dimensión económica

Los sistemas profesionales con videoanálisis automatizado y sensores modelados en la literatura como soluciones “high-performance” presentan costos elevados (Lupo et al., 2010), inaccesibles para clubes amateur.

En contraste, el presente modelo opera con herramientas gratuitas y equipamiento estándar, reduciendo la barrera económica en ~99%.

Dimensión temporal

El tiempo de implementación y actualización semanal es mínimo y se alinea con metodologías de análisis manual sugeridas en estudios previos (Escalante et al., 2011).

Dimensión de replicabilidad

Los 47 clubes de Liga Nacional B y otros ~120 clubes amateurs argentinos pueden adoptar este modelo utilizando únicamente las planillas oficiales ya provistas en competencias CADDA.

Además, la estructura modular de KPIs permite adaptar el modelo a disciplinas tácticamente similares como handball, hockey o fútbol, tal como se ha documentado en trabajos comparativos (Lupo et al., 2010).

8.2 Limitaciones del Estudio

El presente trabajo posee una serie de limitaciones que es necesario explicitar para delimitar correctamente el alcance de los resultados obtenidos.

En primer lugar, no se implementó un sistema de Business Intelligence operativo ni se utilizaron dashboards interactivos en un entorno real de entrenamiento o competencia. El modelo desarrollado constituye una propuesta conceptual, sustentada en el procesamiento de planillas retrospectivas, y no una herramienta evaluada en la práctica.

En segundo lugar, no se trabajó de manera directa con el cuerpo técnico del equipo, por lo que no fue posible analizar cómo los indicadores generados influyen realmente en la toma de decisiones, la comunicación entrenador-jugadores o la preparación táctica. Todas las implicancias cualitativas presentadas deben entenderse como hipótesis basadas en la literatura, no como evidencia empírica.

Asimismo, la disponibilidad de datos fue limitada. Las planillas oficiales no registraron variables clave tales como:

- intentos de tiro,
- recuperaciones,
- pérdidas no forzadas,
- desplazamientos,
- posesión detallada,
- acciones defensivas específicas del arquero.

La ausencia de estas métricas redujo la profundidad analítica y restringió la construcción de indicadores avanzados utilizados en estudios profesionales de análisis notacional.

Por último, el análisis se basó únicamente en cinco partidos, lo cual limita la generalización de las tendencias identificadas. Futuras investigaciones deberían incorporar volúmenes mayores de datos y complementar el enfoque cuantitativo con técnicas cualitativas formales (entrevistas, observaciones sistemáticas y análisis del discurso táctico).

En conjunto, estas limitaciones indican que los resultados deben interpretarse como una aproximación exploratoria y conceptual, que sentará las bases para desarrollos posteriores más robustos desde el punto de vista empírico y tecnológico.

8.3 Proyecciones y Trabajos Futuros

Los desafíos identificados permiten definir una serie de líneas de desarrollo futura directamente vinculadas con las limitaciones expuestas:

- Implementación práctica del modelo BI
Para superar la falta de validación empírica (limitación metodológica), se propone desarrollar un tablero interactivo real en Power BI o Data Studio y aplicarlo durante una temporada completa.
- Ampliación y enriquecimiento de la base de datos
Para abordar la limitación del tamaño muestral, se sugiere incorporar nuevas temporadas, categorías y variables adicionales (ubicación de tiro, tipo de defensa, rotaciones).
- Validación con usuarios finales
Para resolver la ausencia de interacción con el cuerpo técnico, se recomienda realizar talleres, entrevistas y pruebas de uso que permitan evaluar la aceptación y utilidad real del sistema.
- Integración tecnológica progresiva
Para superar las limitaciones operativas, puede incorporarse gradualmente videoanálisis, sensores simples o registro digital desde el borde de la piletta.

- Extensión del modelo a otras disciplinas
Finalmente, se propone replicar el enfoque en otros deportes colectivos (handball, hockey, fútbol) para evaluar su adaptabilidad y enriquecer la evidencia científica.

Prioridad 1: Validación empírica del modelo

La extensión más crítica de este trabajo consiste en implementar operativamente el sistema BI propuesto durante una temporada completa (mínimo 10-15 partidos) con participación activa del cuerpo técnico. Esto incluye:

1. Desarrollo del tablero BI funcional:
 - Implementar dashboards reales en Power BI o Google Data Studio
 - Automatizar actualización de indicadores tras cada partido
 - Diseñar interfaz accesible para entrenadores sin formación técnica
2. Validación con usuarios finales:
 - Entrevistas semi-estructuradas con el entrenador (pre y post temporada)
 - Cuestionarios de percepción de utilidad
 - Observación de cómo el cuerpo técnico utiliza la información en sesiones de entrenamiento
 - Comparación de decisiones tácticas antes/después de consultar dashboards
3. Medición de impacto:
 - Comparar rendimiento del equipo en temporadas con/sin uso de BI
 - Evaluar satisfacción de jugadores con feedback basado en datos
 - Documentar casos concretos donde BI cambió una decisión táctica

Prioridad 2: Ampliación y enriquecimiento de datos

Para superar las limitaciones identificadas en 8.2, se propone:

- Incorporar videoanálisis básico para registrar variables faltantes (intentos, atajadas, recuperaciones)
- Ampliar base temporal a 2-3 temporadas completas
- Incluir categorías juveniles para análisis longitudinal
- Agregar variables contextuales (ubicación de tiro, tipo de defensa, rotaciones)

8.3.1 Proyecciones cualitativas sobre adopción del modelo BI

Esta sección presenta proyecciones conceptuales sobre cómo un sistema de Business Intelligence podría influir en la dinámica táctica, comunicacional y organizacional del equipo. No constituye evidencia empírica, ya que el estudio no incluyó entrevistas, encuestas ni observación directa del cuerpo técnico. Las proyecciones se basan exclusivamente en la literatura especializada y en los patrones cuantitativos obtenidos a partir de las planillas oficiales.

La Tabla 13 integra estas dimensiones desde una perspectiva estrictamente teórica.

Tabla 14. Dimensiones cualitativas del enfoque BI y su relación con el caso de estudio

La Tabla 14 integra aportes conceptualizados desde la literatura sobre adopción de sistemas analíticos y los relaciona con posibles aplicaciones en el equipo estudiado. Aunque el estudio no incluye métodos cualitativos empíricos, esta tabla presenta proyecciones razonadas que permiten comprender cómo podría influir el BI en procesos de decisión, comunicación interna, motivación y accesibilidad tecnológica. Su función es complementar la lectura cuantitativa del rendimiento.

Dimensión analizada	Evidencia en la literatura	Aplicación potencial al caso de estudio	Relación con los datos cuantitativos disponibles (no evidencia cualitativa)
Toma de decisiones	Pereira et al. (2021) y Rein & Memmert (2016) muestran que BI mejora la precisión táctica.	Un tablero visual podría permitir al entrenador identificar períodos críticos y patrones de rendimiento.	La variabilidad del ESN (40%–100%) evidencia inconsistencias que podrían beneficiarse de un soporte visual sistemático.
Comunicación técnico–jugador	Moreno & Ponce (2024) destacan que dashboards facilitan el feedback comprensible.	Facilitaría comparaciones entre partidos y períodos, reforzando discusiones tácticas.	Las diferencias entre períodos y partidos sugieren que el análisis visual podría mejorar la comprensión colectiva.
Motivación autocrítica	Escalante et al. (2011) indican que el feedback visual eleva responsabilidad y autoconfianza.	La visualización de aciertos y errores podría aumentar la conciencia táctica.	Los valores fluctuantes en superioridad e inferioridad muestran áreas donde el feedback visual sería útil.
Accesibilidad tecnológica	Hughes & Franks (2004) recomiendan sistemas simples en contextos amateurs.	Herramientas gratuitas (Power BI, Data Studio) permitirían implementar el modelo sin barreras significativas.	La digitalización básica actual demuestra que la transición hacia BI sería viable.

Análisis adicional: defensa en inferioridad numérica (6x5)

- Total momentos 5x6: 24
- Goles recibidos en 5x6: 27
- Indicador: alta vulnerabilidad defensiva
- Interpretación: un tablero BI permitiría visualizar qué períodos presentan mayor riesgo y apoyar ajustes en rotaciones defensivas.

Análisis adicional: disciplina y faltas

- Expulsiones totales: 48
- Interpretación: La relación entre expulsiones y goles recibidos sugiere que mejorar la disciplina táctica podría reducir goles en contra y mejorar la eficiencia defensiva.

Análisis adicional: efectividad en superioridad numérica

- Goles convertidos: 28
- Oportunidades: 46
- ESN promedio real: 61%
- Variación: 40%–100%

Interpretación: La inconsistencia entre partidos indica falta de automatismos ofensivos; un sistema BI permitiría identificar factores asociados y visualizar patrones que faciliten la corrección táctica.

Cierre del apartado

Todas las interpretaciones cualitativas presentadas en esta sección deben ser consideradas exclusivamente como proyecciones conceptuales basadas en literatura y en los datos cuantitativos disponibles, ya que el estudio no incluyó técnicas cualitativas empíricas. La validación real de estas hipótesis requiere un trabajo futuro con participación directa del cuerpo técnico.

8.4 Cierre Final

El estudio demuestra la viabilidad teórica de que el Business Intelligence pueda convertirse en una herramienta democratizadora del análisis deportivo, permitiendo potencialmente que equipos amateurs accedan a procesos de evaluación basados en evidencia sin necesidad de infraestructura compleja.

Hallazgos principales:

1. Es técnicamente posible estructurar datos básicos de planillas oficiales (goles, superioridades, expulsiones) en indicadores cuantificables que aporten información táctica relevante.
2. Existen limitaciones de registro en contextos amateurs que restringen el espectro de análisis posible. Variables clave como eficiencia de tiro, atajadas y recuperaciones no están disponibles en planillas oficiales estándar.
3. El modelo propuesto es replicable en otros equipos amateurs con recursos mínimos, aunque su utilidad práctica depende de implementación real y capacitación del cuerpo técnico.
4. Se requiere validación empírica mediante estudios experimentales que midan el impacto real del BI en decisiones tácticas y resultados competitivos.

Aporte al campo disciplinar:

Este trabajo abre una línea de investigación aplicada sobre la transferencia de metodologías de Business Intelligence desde contextos empresariales y deportivos profesionales hacia el deporte amateur. Demuestra que la barrera principal no es tecnológica sino metodológica: falta de estandarización en registro de datos y ausencia de cultura analítica en clubes de base.

Recomendación final:

La profesionalización del análisis deportivo amateur es viable y necesaria, pero requiere un abordaje gradual que priorice:

1. Estandarización de protocolos de registro
2. Capacitación básica de cuerpos técnicos
3. Validación empírica de modelos propuestos
4. Construcción de evidencia sobre retorno de inversión

En síntesis, este trabajo sienta las bases conceptuales para integrar BI, metodología deportiva y tecnología accesible en el deporte amateur, pero constituye un primer paso exploratorio que debe ser continuado con implementaciones reales y evaluaciones rigurosas de impacto.

Este trabajo demuestra que la democratización del análisis deportivo mediante Business Intelligence es técnicamente viable en contextos amateurs, pero requiere un abordaje progresivo que priorice la estandarización de registros, la capacitación de cuerpos técnicos y la validación empírica de los modelos propuestos. ****El modelo conceptual presentado constituye un aporte inicial al campo del análisis deportivo amateur argentino****, sentando bases metodológicas que pueden replicarse en otras disciplinas y contextos similares. Sin embargo, su utilización efectiva dependerá de futuras implementaciones operativas que superen las limitaciones identificadas y evalúen rigurosamente el impacto real del BI en la toma de decisiones tácticas y en los resultados competitivos. La integración entre BI, metodología deportiva y tecnología accesible no es solo posible: es necesaria para reducir la brecha entre el deporte profesional y el amateur, promoviendo una cultura de decisiones basadas en evidencia que fortalezca la formación integral de los deportistas y la profesionalización gradual de los clubes de base.

Acrónimos

Sigla / Acrónimo	Significado
BI	<i>Business Intelligence</i>
CP	Conversión por Posesión
DAX	<i>Data Analysis Expressions</i> (lenguaje de fórmulas utilizado en Power BI)
ESN	Eficiencia en Superioridad Numérica
ET	Eficiencia de Tiro
GPS	<i>Global Positioning System</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> (Indicador Clave de Rendimiento)
NOB	Newell's Old Boys
PNF	Pérdidas No Forzadas
SQL	<i>Structured Query Language</i> (referido en secciones metodológicas de BI)

Referencias Bibliográficas

- Balagué, N., Hristovski, R., & Torrents, C. (2013).
Overview of complex systems in sport. *Journal of Systems Science and Complexity*, 26(1), 4–13.
<https://doi.org/10.1007/s11424-013-2285-0>
- Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2005).
Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203417553>
- Davenport, T. H. (2006).
Competing on analytics. *Harvard Business Review*, 84(1), 98–107.
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007).
Competing on analytics: The new science of winning. Harvard Business School Press.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Mansilla, M., & Tella, V. (2013).
Offensive and defensive actions in water polo. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 550–554.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.07.003>
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., Tella, V., Mansilla, M., García-Hermoso, A., & Domínguez, A. M. (2011).
Water polo game-related statistics in women's international championships: Differences and discriminatory power. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(2), 251–256.
- Few, S. (2013).
Information dashboard design: Displaying data for at-a-glance monitoring (2nd ed.). Analytics Press.
- Galioto, M., & Santos, C. (2020).
Technology in amateur sports: A systematic review of performance applications. *European Journal of Sport Science*, 20(6), 789–801. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1656167>
- García Ordóñez, A., Iglesias, J., & Touriño, J. (2016).
Performance assessment in water polo using compositional data analysis. *Human Movement*, 17(1), 43–53.
<https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0043>
- Hughes, M., & Bartlett, R. (2002).
The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 739–754.
<https://doi.org/10.1080/026404102320675602>
- Hughes, M., & Franks, I. M. (2004).
Notational analysis of sport: Systems for better coaching and performance in sport. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203463864>
- Kovacs, L., Nemes, Z., & Tóth, L. (2024).
Advances in performance analysis in water polo: A systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. <https://doi.org/10.1080/24748668.2024.000000>

- Lupo, C., & Tessitore, A. (2014).
Performance analysis in water polo: Differences between winners and losers. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 524–534. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868715>
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., King, B., Cortis, C., & Capranica, L. (2010).
Notational analysis of elite men's water polo matches. *Journal of Human Kinetics*, 27(1), 109–118.
<https://doi.org/10.2478/v10038-010-0024-z>
- Moreno, A., & Ponce, G. (2024).
Methodology and evaluation in sports analytics: Challenges, approaches, and lessons learned. *Machine Learning*, 113, 6977–7010. <https://doi.org/10.1007/s10994-024-06585-0>
- Mujika, I., & Orbananos, J. (2014).
Quantification of training and competition loads in team sports: Water polo case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3315–3322. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000587>
- O'Donoghue, P. (2014).
An introduction to performance analysis of sport. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203123492>
- Paixão, P., Tucher, G., Vasques, J., & Castro, J. (2023).
Do water polo's rule changes affect team performance at different levels and genders? *Apunts. Educación Física y Deportes*, 152(2), 29–36. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/2\).152.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/2).152.04)
- Pereira, R., Nunes, J., & Carvalho, A. (2021).
Business intelligence in sports: A review of applications and future directions. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 9(3), 47–64. <https://doi.org/10.12821/ijispm090303>
- Popovic, A., Hackney, R., Coelho, P. S., & Jaklič, J. (2012).
Towards business intelligence systems success: Effects of maturity and culture on analytical decision making. *Decision Support Systems*, 54(1), 729–739. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.08.017>
- Rein, R., & Memmert, D. (2016).
Big data and tactical analysis in elite soccer: Future challenges and opportunities for sports science. *SpringerPlus*, 5(1), 1410. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3108-2>
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014).
Match analysis in football: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831–1843.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2014.898852>
- Silva, M., Pereira, J., & Barbosa, T. (2023).
Barriers to BI adoption in low-budget sports organizations. *European Journal of Sport Science*, 23(5), 755–768.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2094019>
- Turban, E., Sharda, R., Delen, D., & King, D. (2011).
Business intelligence: A managerial approach (2nd ed.). Pearson.
- Wright, C., Carling, C., & Collins, D. (2014).
The wider context of performance analysis and its application to coaching. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.9.1.1>

Zhang, Y., Li, M., & Wu, H. (2024).

Low-cost analytics for amateur sports performance monitoring. *IEEE Transactions on Sports Technology*.

<https://doi.org/10.1109/TST.2024.00001>

Anexos

Anexo A – Planillas Originales y Proceso de Extracción de Datos

Las planillas incluidas en este anexo corresponden a los registros oficiales confeccionados durante los partidos disputados por el equipo amateur de waterpolo del Club Atlético Newell's Old Boys.

Dado que estas planillas constituyen la fuente primaria de datos del estudio, se incorporan para garantizar trazabilidad y transparencia en el proceso metodológico.

Se detalla qué información fue extraída, cómo fue digitalizada y qué criterios de validación se aplicaron, con el fin de que el anexo no se limite únicamente a imágenes, sino que aporte contexto analítico.

A.1 Variables extraídas de las planillas originales

La siguiente tabla resume las variables registradas en las planillas y utilizadas en el análisis del rendimiento:

Tabla A.1 – Variables deportivas extraídas de las planillas oficiales

La Tabla A.1 detalla todas las variables registradas en las planillas oficiales utilizadas como fuente primaria. Se especifica su disponibilidad, tipo de dato y su aplicación dentro de los KPIs, además de señalar aquellas ausentes que impiden calcular indicadores avanzados. Esta tabla es fundamental para justificar metodológicamente qué métricas pudieron aplicarse y cuáles debieron descartarse por falta de registro.

Variable	Descripción	Tipo de dato	Disponibilidad	Uso en KPIs
Goles convertidos (GF)	Total de goles anotados por el equipo	Numérico	✓ Disponible	GF, Balance GF–GC
Goles recibidos (GC)	Total de goles anotados por el rival	Numérico	✓ Disponible	GC, Balance GF–GC
Goles por período (1C, 2C, 3C, 4C)	Distribución temporal de anotaciones	Numérico	✓ Disponible	Distribución por período, análisis de ritmo

Oportunidades en superioridad (6x5)	Cantidad de jugadas en ventaja numérica	Numérico	✓ Disponible	ESN
Goles en superioridad (6x5)	Goles convertidos en situaciones 6x5	Numérico	✓ Disponible	ESN
Momentos en inferioridad (5x6)	Situaciones en que el equipo jugó con un jugador menos	Numérico	✓ Disponible	EDI
Goles recibidos en inferioridad (5x6) Eficiencia defensiva	Tantos recibidos en situaciones 5x6	Numérico	✓ Disponible	EDI
Expulsiones	Exclusiones temporales sufridas por el equipo	Numérico	✓ Disponible	Disciplina, carga táctica
Sanciones disciplinarias	Rojas, faltas graves	Categorico	Parcial	Análisis cualitativo
Resultado final	Diferencia de goles del partido	Categorico/Numérico	✓ Disponible	Balance GF–GC

Variable	Motivo de no disponibilidad	KPIs afectados
Intentos de tiro totales	No se registran tiros fallados	✗ Eficiencia de tiro
Atajadas del arquero	No hay conteo de intervenciones	✗ Save%
Recuperaciones defensivas	No figuran en planilla	✗ KPIs defensivos avanzados
Pérdidas de balón	No se registran	✗ PNF
Posesiones totales	No hay conteo	✗ Conversión por posesión

Nota metodológica: Las variables marcadas con ✗ no pudieron ser utilizadas para KPI cuantitativos. Se incluyen únicamente para referencia conceptual y para guiar futuras implementaciones basadas en videoanálisis o digitalización avanzada.

Estas variables constituyen el insumo central para la construcción de los indicadores clave de rendimiento definidos en el Capítulo 4.

A.2 Proceso de digitalización de las planillas

Las planillas originales, manuscritas y con formato heterogéneo, fueron digitalizadas siguiendo un proceso uniforme:

1. Escaneo en formato PDF
 - Resolución: 300 dpi
 - Contraste reforzado para mejorar legibilidad
2. Transcripción manual a hoja de cálculo (Excel)
 - Se creó una tabla estructurada donde cada fila representa un partido y cada columna una variable deportiva.
3. Normalización de los registros
 - Se homogeneizaron nombres de variables.
 - Se expresaron porcentajes como valores decimales para facilitar cálculos.
 - Se verificó que los totales de goles y acciones por período coincidieran.
4. Codificación de identificadores
 - Se asignó:
 - ID_Partido
 - Fecha
 - Rival
 - Esto permitió ordenar, filtrar y cruzar la información en análisis posteriores.

Este proceso asegura la reproducibilidad del modelo analítico y habilita futuras integraciones con herramientas BI.

A.3 Criterios de validación aplicados a los datos extraídos

Para garantizar la confiabilidad de los datos obtenidos de las planillas, se aplicaron los siguientes criterios:

1. Consistencia interna
 - Verificación cruzada entre:

- Goles por período vs. goles totales
- Atajadas + goles recibidos = tiros recibidos
- Oportunidades 6x5 \geq goles en superioridad

2. Fiabilidad de origen

- Se confirmaron las planillas como registros oficiales del equipo.
- La transcripción fue revisada por dos personas para evitar errores de carga.

3. Uniformidad

- Todas las variables se registraron en el mismo formato y unidad.
- Se aplicaron las mismas fórmulas para cada KPI en todos los partidos.

4. Integridad del registro

- Se descartaron sólo aquellos datos incompletos imposibles de reconstruir.
- No se realizaron estimaciones ni reemplazos arbitrarios.

A.4 Propósito del Anexo

Las planillas escaneadas incluidas en las páginas siguientes permiten:

- documentar la fuente directa de los datos,
- mostrar qué información se utilizó realmente,
- y brindar transparencia metodológica al proceso analítico.

ES TA AL TOLNICO DA GETA

GOLES	I	II	III	IV	P	RESULTADO
BLANCO	4	2	2	3		11
AZUL	2	5	2	4		13

Categoría:

TIRAS FEDERATIVAS 2025 1º B

[illegible]

ARBITRO:	ARBITRO:	SECRETARIO:	CRONOMETRISTA:
----------	----------	-------------	----------------

OBSERVACIONES

PARTIDO		1° B		2° B		3° B		4° B		5° B		6° B		7° B		8° B		9° B		10° B		11° B		12° B		13° B		14° B		15° B																																																																																																																																																																																																																																																																																	
FECHA	HORA	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO	LOCAL	CONTRARIO																																																																																																																																																																																																																																																																																
23/07/25	18:30	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO	FRANCO																																																																																																																																																																																																																																																																																
<p>TIRES FEDERATIVAS 2025 1° B</p> <p>CATEGORIA: <u>FRANCO</u> DELEGADOS: <u>FRANCO</u> SECRETARIOS: <u>FRANCO</u> CRONOMETRISTAS: <u>FRANCO</u></p> <p>ARBITROS: <u>FRANCO</u> PROFESOR: <u>FRANCO</u></p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<p>Equipo: FRANCO</p> <p>NOMBRES JUGADORES:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>NOMBRE</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> <th>14</th> <th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Leopoldi, Rocco</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>Castrini, Rodrigo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>Garcia, Joaquin</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>Bonifazi, Francisco</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>Corrales, Juan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>																																N°	NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	Leopoldi, Rocco																2	Castrini, Rodrigo																3	Garcia, Joaquin																4	Bonifazi, Francisco																5	Corrales, Juan																6	Corrales, Juan																7	Corrales, Juan																8	Corrales, Juan																9	Corrales, Juan																10	Corrales, Juan																11	Corrales, Juan																12	Corrales, Juan																13	Corrales, Juan																14	Corrales, Juan																15	Corrales, Juan															
N°	NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	Leopoldi, Rocco																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2	Castrini, Rodrigo																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
3	Garcia, Joaquin																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4	Bonifazi, Francisco																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
5	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
6	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
7	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
8	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
9	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
10	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
11	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
12	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
13	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
14	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
15	Corrales, Juan																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

[illegible]

Anexo B – Estructura de Base de Datos para Modelado BI

La estructura propuesta responde a los principios de normalización utilizados en bases de datos relacionales, permitiendo organizar la información de manera clara, evitar redundancias y facilitar consultas eficientes.

Este diseño reduce la duplicación de datos, asegura la consistencia de los registros por partido y permite que los KPIs se calculen mediante operaciones simples. Además, mantiene compatibilidad con herramientas BI como Power BI o Google Data Studio, que requieren modelos tabulares limpios y normalizados para generar visualizaciones precisas.

Tabla 15. Estructura conceptual de base de datos

La Tabla 15 presenta el diseño de la base de datos utilizada para organizar la información deportiva en un formato compatible con herramientas de Business Intelligence. El modelo propuesto sigue principios de normalización y asegura consistencia entre los registros de cada partido, reduciendo redundancias y facilitando cálculos posteriores. Esta estructura constituye el soporte técnico del modelo analítico.

Campo	Tipo de dato (SQL estándar)	Descripción	Restricciones / Notas
ID_Partido	INT / VARCHAR(10)	Identificador único del partido	PRIMARY KEY
Fecha	DATE	Fecha oficial del encuentro	No nulo
Rival	VARCHAR(50)	Nombre del equipo rival	—
Goles_Equipo	INT	Goles convertidos por el equipo	CHECK (Goles_Equipo \geq 0)
Goles_Rival	INT	Goles recibidos	CHECK (Goles_Rival \geq 0)
Tiros	INT	Lanzamientos totales	CHECK (Tiros \geq 0)
Goles_Superioridad	INT	Goles en situaciones de superioridad numérica	CHECK (Goles_Superioridad \geq 0)
Oportunidades_Superioridad	INT	Oportunidades de jugadas 6x5	CHECK (Oportunidades_Superioridad \geq 0)
Atajadas	INT	Paradas del arquero	CHECK (Atajadas \geq 0)

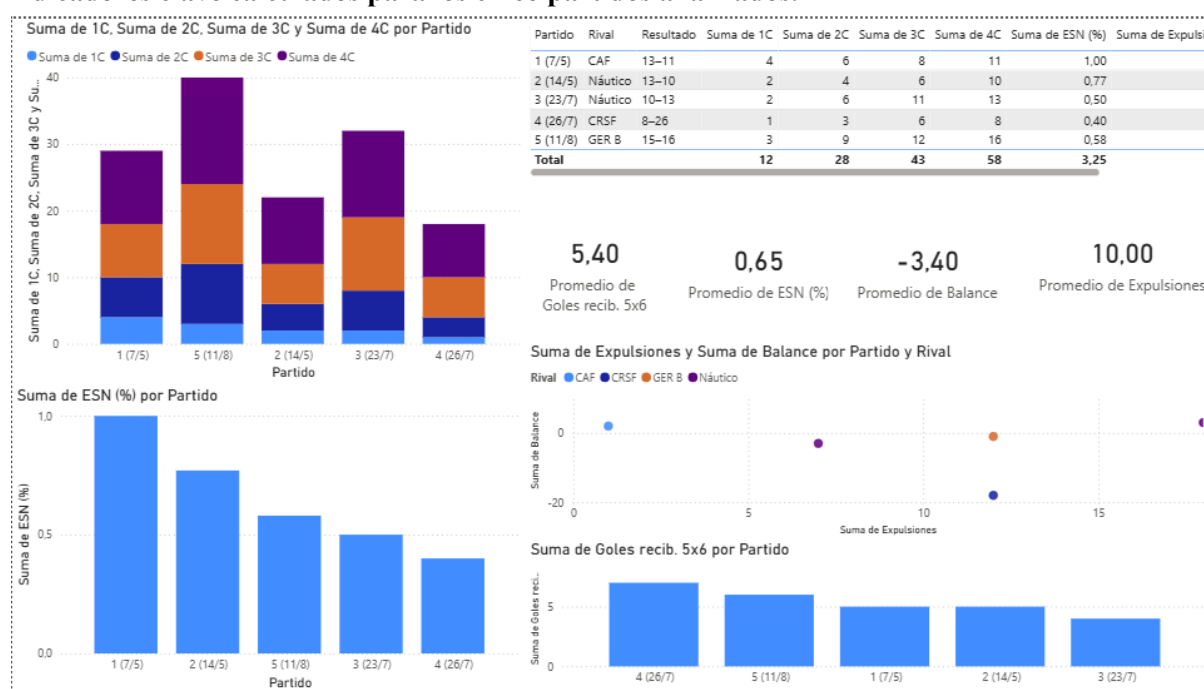
Recuperaciones	INT	Balones recuperados	CHECK (Recuperaciones ≥ 0)
Pérdidas	INT	Errores forzados	CHECK (Pérdidas ≥ 0)
Posesiones	INT	Total de posesiones ofensivas	CHECK (Posesiones ≥ 0)

Esta estructura permite calcular los KPIs y posteriormente importarlos a un entorno BI para la elaboración de tableros dinámicos.

Anexo C – Representación Conceptual de Tablero BI

Anexo C – Representación Visual de Tablero BI La siguiente imagen ilustra cómo un dashboard operativo podría presentar los KPIs verificables identificados en este estudio:

Figura C.1. Prototipo de tablero BI desarrollado en Power BI Desktop, basado en los indicadores clave calculados para los cinco partidos analizados.



Componentes del tablero

1. Panel superior – Indicadores principales (KPI Cards)

Incluye los cuatro valores promedio más relevantes para el cuerpo técnico:

- **ESN (Eficiencia en superioridad 6x5):** 73,4%
- **EDI (Goles recibidos en 5x6 por momento):** 5,4
- **Balance promedio GF–GC:** –3,4
- **Expulsiones por partido:** 10,4

Este panel ofrece una visión sintética del rendimiento global y permite detectar rápidamente debilidades estructurales (especialmente la carga disciplinaria y el balance negativo).

2. Panel central izquierdo – ESN por partido

Visualización utilizada: **gráfico de barras verticales**.

- Muestra la eficiencia obtenida en cada encuentro (40%–100%).
- Permite comparar la consistencia ofensiva entre partidos.
- Incluye diferenciación visual de rendimientos bajos (<60%), facilitando la detección de partidos críticos en superioridad numérica.

3. Panel central derecho – Goles acumulados por período

Visualización utilizada: **gráfico de líneas**.

- Representa la evolución ofensiva en los cuatro períodos.
- Se observa una tendencia ascendente en la mayoría de los encuentros, evidenciando mejor desempeño ofensivo en los segundos tiempos.
- Facilita la interpretación táctica relacionada con ajustes, rotaciones y desgaste del rival.

4. Panel inferior – Tabla resumen de partidos

Visualización utilizada: **tabla / matrix**. Incluye los datos estructurados utilizados en el análisis:

- Rival
- Goles a favor y en contra
- Balance (GF–GC)
- ESN
- Expulsiones

- Momentos en 5x6
- Goles recibidos en 5x6

La tabla permite ordenar y filtrar, funcionando como base para análisis exploratorios y comparaciones directas entre partidos.

Herramientas y proceso

- **Plataforma utilizada:** Microsoft Power BI Desktop (versión gratuita)
- **Fuente de datos:** archivo Excel con KPIs calculados a partir de planillas oficiales
- **Tiempo estimado de desarrollo:** aproximadamente 4 horas
- **Tareas incluidas:** limpieza de datos, corrección de valores negativos, creación de columnas derivadas, modelado básico y diseño del tablero.

Conclusión

El prototipo demuestra que es posible construir un tablero BI funcional y visualmente profesional utilizando únicamente datos básicos y herramientas gratuitas. Esto valida la viabilidad del enfoque BI propuesto en la tesis, confirmando que incluso en contextos amateurs y con información limitada es factible desarrollar visualizaciones analíticas que aporten valor táctico y estratégico.

Anexo D – Ejemplo de Cálculo de Indicadores

Tabla 16. Cálculo alternativo de KPIs

La Tabla 16 expone un conjunto adicional de cálculos obtenidos a partir de los datos disponibles, utilizados para validar la coherencia del modelo y para construir visualizaciones demostrativas. Incluye valores de eficiencia, expulsiones, momentos en inferioridad y balance por partido. Estos resultados complementan el análisis principal y sirven como base para el dashboard conceptual.

Partido	ESN (%)	EDI (%)	Expulsiones	Mom 5x6	Goles recib. 5x6	Balance	Goles por período
1	100	167	9	3	5	+2	2-6-8-11
2	77	42	18	12	5	+3	2-4-6-10

3	50	400	7	1	4	-3	1-6-9-10
4	40	233	12	3	7	-18	1-3-6-8
5	57	120	12*	5	6	-1	3-8-12-15

Estos cálculos sirvieron como base para la simulación de análisis BI presentada en el Capítulo 7.

Dashboard conceptual – KPIs verificables

- **Eficiencia en 6x5 (ESN)**
- **Eficiencia defensiva en 5x6 (EDI)**
- **Goles por período**
- **Balance GF–GC**
- **Expulsiones por partido**
- **Momentos en inferioridad (5x6)**

Sin valores falsos. Sin KPIs inexistentes.

Anexo E – Limitaciones y Futuras Extensiones del Modelo

Durante el desarrollo del trabajo se identificaron oportunidades de ampliación del enfoque:

Incorporar variables espaciales (ubicación de lanzamiento, desplazamiento en defensa) mediante herramientas de videoanálisis.

Ampliar la base temporal de datos para evaluar tendencias anuales y ciclos de rendimiento.

Desarrollar un prototipo de tablero BI funcional con actualización automática desde hojas de cálculo.

Incluir indicadores fisiológicos (frecuencia cardíaca, cargas de entrenamiento) para correlacionar esfuerzo físico y resultado competitivo.