



Instituto
Europeo
de Posgrado

Aplicación de la IA para el análisis competitivo en el ecosistema del Pokémon Trading Card Game

Trabajo fin de estudio presentado por:	Nelson Ricardo Caicedo, Roy Quesada Medina
Tipo de trabajo:	Entregable #4 Trabajo Final
Director/a:	Julián Camilo Ortega Gómez
Fecha:	Marzo 23, 2026

Índice

1	Resumen	3
2	Abstract	4
3	Introducción	5
3.1	Objetivo General	5
3.2	Objetivos Específicos	6
3.3	Metodología	6
3.3.1	Identificación y Análisis del Problema	6
3.3.2	Planificación de la Solución	6
4	Identificación y descripción un problema al interior de la organización	7
4.1	Descripción de la empresa a intervenir	8
4.1.1	Misión	9
4.1.2	Visión	9
4.1.3	Mapa de procesos	9
4.1.4	Descripción del proceso a intervenir	10
4.1.5	Descripción del problema que presenta el proceso	10
5	Establecimiento de planes de acción para la solución del problema	11
5.1	Establecimiento de objetivos	11
5.2	Secuencia de actividades para ejecución de la solución	15
5.3	Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución	16
6	Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos. 19	
6.1	Alcance final de la solución	19
6.2	Identificación de responsables de las actividades para ejecución	20
6.3	Cronograma de ejecución	22
6.4	Presupuesto	23
7	Referencias bibliográficas	25

1 Resumen

El presente proyecto de investigación aplicada aborda la necesidad de optimizar el análisis estratégico y operativo en el ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game (TCG). Actualmente, el volumen masivo y la complejidad de la información generada en los torneos oficiales del circuito Play! Pokémon han superado la capacidad de procesamiento de los métodos analíticos tradicionales. Esta brecha tecnológica limita la identificación de patrones de éxito, ralentiza la innovación estratégica de los jugadores y dificulta a los organizadores la detección oportuna de desequilibrios o comportamientos anómalos en el metajuego.

Para resolver esta problemática, se propone el diseño e implementación de una plataforma de analítica competitiva fundamentada en Inteligencia Artificial. La arquitectura de la solución opera a través de un pipeline de datos integral (End-to-End) que ingesta, limpia y procesa la telemetría histórica de los torneos. El núcleo tecnológico del sistema está compuesto por tres módulos de Machine Learning: un modelo de predicción de rendimiento (aprendizaje supervisado), un algoritmo de detección de anomalías (aprendizaje no supervisado) y un sistema de recomendación de configuración de mazos (decks).

El plan de acción para el despliegue de esta solución se estructura en un cronograma iterativo de seis meses, soportado por una infraestructura elástica en la nube (Cloud Computing) y ejecutado por un equipo multidisciplinario de ciencia de datos y expertos del dominio.

Finalmente, los insights algorítmicos generados se democratizan mediante dashboards interactivos de Business Intelligence (BI). De este modo, el proyecto logra transformar datos crudos en inteligencia estratégica accionable, impulsando una cultura de toma de decisiones basada en datos (Data-Driven) que beneficia tanto a los jugadores en la optimización de sus estrategias, como a la organización en la salvaguarda de la integridad competitiva.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático, Analítica Competitiva, eSports, Sistemas de Recomendación, Detección de Anomalías, Metajuego, Toma de Decisiones Basada en Datos.

2 Abstract

This applied research project addresses the need to optimize strategic and operational analysis within the competitive ecosystem of the Pokémon Trading Card Game (TCG). Currently, the massive volume and complexity of information generated in official Play! Pokémon tournaments have exceeded the processing capacity of traditional analytical methods. This technological gap limits the identification of success patterns, slows down players' strategic innovation, and hinders organizers from the timely detection of imbalances or anomalous behaviors within the metagame.

To solve this problem, the design and implementation of a competitive analytics platform based on Artificial Intelligence is proposed. The solution's architecture operates through an End-to-End data pipeline that ingests, cleans, and processes historical tournament telemetry. The technological core of the system is composed of three Machine Learning modules: a performance prediction model (supervised learning), an anomaly detection algorithm (unsupervised learning), and a deck configuration recommender system.

The action plan for the deployment of this solution is structured in an iterative six-month schedule, supported by an elastic Cloud Computing infrastructure and executed by a multidisciplinary team of data scientists and domain experts.

Finally, the generated algorithmic insights are democratized through interactive Business Intelligence (BI) dashboards. In this way, the project succeeds in transforming raw data into actionable strategic intelligence, fostering a Data-Driven decision-making culture that benefits both players in optimizing their strategies and the organization in safeguarding competitive integrity.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Competitive Analytics, eSports, Recommender Systems, Anomaly Detection, Metagame, Data-Driven Decision Making

3 Introducción

El crecimiento de los videojuegos competitivos y de los eSports ha generado grandes volúmenes de datos derivados de partidas, torneos, interacciones entre jugadores y estrategias de juego. Estos datos representan un recurso valioso para las organizaciones que gestionan competiciones en línea, ya que permiten identificar patrones de comportamiento de los jugadores, analizar tendencias estratégicas y mejorar la experiencia competitiva. Asimismo, el análisis adecuado de esta información puede facilitar procesos de toma de decisiones más informados dentro de los ecosistemas de juego.

En este contexto, la industria de los juegos de cartas coleccionables también ha experimentado una transformación significativa impulsada por la digitalización de los procesos competitivos y la expansión de los torneos a escala global. Un ejemplo relevante es el ecosistema del Pokémon Trading Card Game (Pokémon TCG), gestionado por The Pokémon Company a través del programa de juego organizado Play! Pokémon. Este programa coordina una red internacional de torneos que incluye eventos locales, regionales, internacionales y el Campeonato Mundial anual.

La realización de estos torneos genera una gran cantidad de información relacionada con el desempeño de los jugadores, las combinaciones de cartas utilizadas en los decks, los resultados de las partidas y la evolución del metajuego competitivo. Estos datos constituyen una fuente potencial de conocimiento que puede contribuir a mejorar tanto la experiencia de los jugadores como la gestión del ecosistema competitivo.

No obstante, el volumen y la complejidad de la información generada en los torneos hacen que su análisis resulte cada vez más desafiante. En muchos casos, el estudio del desempeño competitivo, la detección de comportamientos anómalos o el análisis de tendencias estratégicas continúa dependiendo de procesos manuales o de herramientas analíticas limitadas. Esta situación abre una oportunidad para aplicar técnicas avanzadas de análisis de datos e inteligencia artificial capaces de transformar grandes volúmenes de información en conocimiento útil.

En este contexto, el presente proyecto analiza el ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en el uso y análisis de los datos generados en los torneos. A partir de este análisis, se propone el diseño conceptual de una solución basada en inteligencia artificial que permita apoyar la toma de decisiones, detectar comportamientos anómalos y generar recomendaciones estratégicas para los jugadores y organizadores del ecosistema competitivo.

3.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta basada en inteligencia artificial que permita mejorar el análisis y la explotación de los datos generados en los torneos del Pokémon Trading Card Game gestionado por The Pokémon Company, con el fin de apoyar la toma de decisiones estratégicas y fortalecer la integridad competitiva del ecosistema.

3.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con el objetivo general, se establecieron tres objetivos específicos:

1. Analizar el contexto organizacional y el funcionamiento del ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game para identificar los procesos que generan y gestionan los datos competitivos.
2. Identificar las limitaciones existentes en el análisis y utilización de los datos generados durante los torneos competitivos.
3. Proponer aplicaciones de inteligencia artificial que permitan mejorar el análisis de la competencia, detectar comportamientos anómalos y generar recomendaciones estratégicas para los jugadores.

3.3 Metodología

El proyecto usa un enfoque de investigación. El proyecto analiza un caso de estudio. El proyecto toma como referencia el ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game que gestiona The Pokémon Company con el programa de torneos Play! Pokémon. El enfoque permite al proyecto analizar el contexto organizacional y buscar oportunidades para aplicar técnicas de inteligencia artificial que mejoren el uso de los datos en los entornos competitivos.

No disponemos de acceso directo a la información interna de la organización. El análisis usa la información pública disponible. La información pública incluye documentación oficial, las estadísticas de torneos en plataformas especializadas, los reportes del sector de videojuegos competitivos y la literatura académica sobre inteligencia artificial aplicada al análisis de datos y a los sistemas de recomendación. Con las fuentes, construimos un modelo conceptual del proceso y encontramos oportunidades de mejora usando tecnologías de inteligencia artificial.

3.3.1 Identificación y Análisis del Problema

En esta etapa analizamos cómo funciona el ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game. Analizamos los procesos de generación, recopilación y uso de los datos de los torneos y de las partidas competitivas. Identificamos oportunidades para usar mejor los datos. Queremos crear más valor estratégico para la organización. Queremos mejorar la experiencia de los jugadores.

3.3.2 Planificación de la Solución

La planificación de la solución propuesta se orienta a estructurar de manera organizada las actividades necesarias para el diseño de una plataforma de analítica competitiva basada en inteligencia artificial dentro del ecosistema del Pokémon Trading Card Game. Esta planificación permite definir las etapas clave del proyecto, los recursos necesarios para su ejecución y la secuencia lógica de actividades requeridas para su desarrollo y

avanzar hacia el diseño de modelos de inteligencia artificial que permitan analizar el comportamiento competitivo y generar conocimiento estratégico a partir de los datos. Dado que la solución propuesta involucra el uso de técnicas de ciencia de datos, aprendizaje automático y visualización de información, la planificación considera un enfoque progresivo que parte de la comprensión del problema y la disponibilidad de datos, y avanza hacia el diseño de modelos analíticos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones.

En este contexto, la planificación de la solución no solo contempla aspectos técnicos, sino también elementos organizacionales, como la asignación de responsabilidades, la identificación de recursos humanos y tecnológicos, y la definición de un marco temporal para la ejecución del proyecto. Esta estructuración permite asegurar la viabilidad de la propuesta y facilitar su comprensión como un plan de acción aplicable dentro de un entorno real.

3.3.2.1 Definición de Alcance y Recursos

La definición del alcance de la solución permite delimitar claramente los componentes que forman parte del proyecto y establecer los límites de su implementación. En este caso, el alcance se centra en el diseño de una plataforma de analítica competitiva basada en inteligencia artificial orientada al análisis de los datos generados en el ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game.

La solución incluye la definición de módulos analíticos para la predicción de rendimiento competitivo, la detección de anomalías en torneos y la recomendación de configuraciones de decks, así como una capa de visualización que facilite la interpretación de los resultados mediante dashboards analíticos. No obstante, el proyecto se plantea como una propuesta conceptual y metodológica, por lo que no contempla la implementación productiva completa ni la integración directa con sistemas internos de la organización.

En cuanto a los recursos necesarios, la solución requiere la participación de perfiles especializados en ciencia de datos, ingeniería de datos, machine learning y desarrollo de herramientas de visualización. Asimismo, se consideran recursos tecnológicos asociados al almacenamiento y procesamiento de datos, así como herramientas de análisis y modelado que permitan desarrollar los componentes de inteligencia artificial.

Esta definición de alcance y recursos permite establecer una base clara para la ejecución del proyecto, garantizando que las actividades planteadas se encuentren alineadas con los objetivos definidos y con las capacidades necesarias para su desarrollo.

4 Identificación y descripción un problema al interior de la organización

El ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game (Pokémon TCG) es uno de los pilares que hacen crecer y mantener la franquicia Pokémon en el mundo de los juegos de cartas coleccionables. Con el programa de juego organizado Play! Pokémon, The Pokémon Company organiza una red de torneos de todo el mundo. La red incluye

torneos locales, torneos regionales, torneos internacionales y el Campeonato Mundial anual.

Los torneos crean mucha información sobre el desempeño de los jugadores, sobre los decks que usan, sobre las combinaciones de cartas, sobre los resultados de las partidas y sobre la evolución del metajuego competitivo. La información de los torneos constituye un conjunto de datos que es una fuente útil de conocimiento. Los datos de los torneos pueden ayudar a mejorar la experiencia competitiva, a hacer más eficiente la organización de torneos y a aumentar la participación de la comunidad de jugadores.

Sin embargo, la complejidad del ecosistema de la competencia y el volumen de los datos hacen necesario buscar formas de análisis que conviertan los datos en la información. En este contexto, la inteligencia artificial ayuda a mejorar el análisis de los datos de la competencia. La inteligencia artificial ayuda a identificar los patrones y a apoyar la toma de decisiones dentro del ecosistema de la competencia del juego. Esta situación evidencia una brecha entre la disponibilidad de datos y su aprovechamiento analítico dentro del ecosistema competitivo.

4.1 Descripción de la empresa a intervenir

The Pokémon Company es una empresa japonesa responsable de la gestión global de la franquicia Pokémon, una de las propiedades intelectuales más reconocidas dentro de la industria del entretenimiento. La organización fue creada como una empresa conjunta entre Nintendo, Game Freak y Creatures Inc., con el objetivo de gestionar el desarrollo, licenciamiento y expansión internacional de la marca Pokémon.

La empresa coordina múltiples áreas de negocio relacionadas con la franquicia, incluyendo el desarrollo de videojuegos, la producción de series animadas y películas, la gestión de productos licenciados y la organización de eventos relacionados con sus diferentes productos de entretenimiento.

Uno de los componentes más relevantes dentro de este ecosistema es el **Pokémon Trading Card Game (Pokémon TCG)**, un juego de cartas estratégico que cuenta con millones de jugadores a nivel mundial y una escena competitiva consolidada. Desde su lanzamiento en la década de 1990, el juego ha evolucionado hasta convertirse en un ecosistema competitivo global que combina eventos presenciales y plataformas digitales para el seguimiento de resultados y estadísticas.

La gestión del entorno competitivo del Pokémon TCG se realiza a través del programa **Play! Pokémon**, el cual organiza y regula torneos oficiales en diferentes niveles competitivos. Estos eventos incluyen torneos locales, regionales, internacionales y el Campeonato Mundial anual, donde los jugadores compiten por títulos y reconocimiento dentro de la comunidad.

La realización de estos torneos genera una gran cantidad de datos relacionados con el desempeño de los jugadores, las combinaciones de cartas utilizadas en los decks, los resultados de las partidas y la evolución del metajuego competitivo. Este conjunto de información constituye un recurso potencialmente valioso para comprender la dinámica competitiva del juego y mejorar la experiencia tanto de jugadores como de organizadores.

4.1.1 Misión

Inspirar y conectar a personas de todo el mundo a través del entretenimiento interactivo de la franquicia Pokémon, creando experiencias innovadoras que integren videojuegos, juegos de cartas, animación y eventos competitivos.

4.1.2 Visión

Fortalecer el ecosistema global de la franquicia Pokémon mediante la expansión de sus experiencias de entretenimiento y el desarrollo de comunidades activas de jugadores que participen en actividades competitivas y colaborativas

4.1.3 Mapa de procesos

El ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game puede representarse mediante un mapa de procesos organizacional que agrupa las actividades en procesos estratégicos, misionales y de apoyo. Esta estructura permite comprender cómo se gestionan los torneos competitivos y cómo se generan y utilizan los datos dentro del ecosistema. En la Figura 1 se presenta una representación general de estos procesos.



Figura 1. Mapa de procesos del ecosistema competitivo del Pokémon TCG

4.1.4 Descripción del proceso a intervenir

El proceso seleccionado para este proyecto corresponde al análisis y la explotación de la información generada dentro del ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game. Este proceso puede entenderse como una actividad de analítica competitiva orientada a transformar los datos provenientes de los torneos en conocimiento útil para comprender el comportamiento del entorno competitivo.

A nivel operativo, este proceso abarca la recopilación, organización e interpretación de la información generada en los torneos oficiales y partidas competitivas del programa Play! Pokémon. Entre las principales variables analizadas se encuentran los resultados de los enfrentamientos entre jugadores, las configuraciones de cartas utilizadas en los mazos (decklists), el desempeño histórico de los jugadores y la evolución de las tendencias estratégicas que conforman el metajuego competitivo.

La relevancia de intervenir este proceso radica en la necesidad de transformar grandes volúmenes de datos en conocimiento analítico que permita comprender mejor la dinámica competitiva del juego. Mediante el uso de técnicas de análisis de datos e inteligencia artificial es posible identificar patrones de comportamiento, detectar anomalías en los resultados de los torneos y analizar la evolución de las estrategias utilizadas por los jugadores.

La mejora de este proceso puede generar beneficios tanto para los organizadores del ecosistema competitivo como para la comunidad de jugadores. Por un lado, permite disponer de información analítica que facilite la toma de decisiones relacionadas con la organización y supervisión de los torneos. Por otro lado, proporciona herramientas que permiten a los jugadores comprender mejor su desempeño competitivo y optimizar sus estrategias de juego.

4.1.5 Descripción del problema que presenta el proceso

El ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game genera una gran cantidad de información a partir de los torneos organizados dentro del programa Play! Pokémon. Estos datos incluyen resultados de partidas, combinaciones de cartas utilizadas en los decks (decklists), desempeño histórico de los jugadores, clasificaciones en torneos y la evolución de las estrategias competitivas que conforman el metajuego.

A medida que el número de torneos y la participación de jugadores ha aumentado a nivel global, el volumen y la complejidad de la información generada también han crecido de manera significativa. Este incremento en la cantidad de datos dificulta su análisis mediante métodos tradicionales, ya que identificar patrones relevantes dentro de grandes conjuntos de información requiere capacidades analíticas más avanzadas.

En la actualidad, gran parte del análisis del metajuego competitivo y del desempeño de los jugadores se realiza mediante herramientas estadísticas básicas o mediante análisis manual realizados por miembros de la comunidad, analistas independientes o los propios jugadores. Este enfoque limita la capacidad de identificar patrones complejos dentro de los datos, detectar comportamientos anómalos en los torneos o generar predicciones sobre el rendimiento competitivo de determinadas estrategias o configuraciones de decks.

Como consecuencia, una parte importante del valor potencial de los datos generados en el ecosistema competitivo permanece subutilizada. Esta situación genera limitaciones tanto para los jugadores como para los organizadores del entorno competitivo. Por un

lado, los jugadores carecen de herramientas analíticas que les permitan comprender mejor su desempeño y optimizar sus estrategias de juego. Por otro lado, los organizadores del ecosistema cuentan con capacidades limitadas para analizar tendencias del metajuego o detectar posibles irregularidades dentro de los torneos. En este contexto, la aplicación de técnicas de inteligencia artificial y análisis avanzado de datos representa una oportunidad para transformar la información generada en los torneos en conocimiento analítico útil. Estas tecnologías permiten identificar patrones complejos, detectar comportamientos anómalos y generar recomendaciones estratégicas basadas en datos, contribuyendo así a mejorar la gestión del ecosistema competitivo y la experiencia de los jugadores.

5 Establecimiento de planes de acción para la solución del problema

La solución propuesta para el análisis del ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game requiere la definición de un conjunto de acciones estructuradas que permitan abordar de manera efectiva el problema identificado. Estas acciones se orientan al diseño e implementación de una plataforma de analítica basada en inteligencia artificial que permita transformar los datos generados en los torneos en información útil para la toma de decisiones.

El establecimiento de planes de acción implica definir los objetivos de la solución, describir sus componentes principales, establecer la secuencia de actividades necesarias para su ejecución y determinar los recursos requeridos para su desarrollo. Este enfoque permite estructurar la propuesta de manera clara y coherente, facilitando su comprensión como un proceso organizado que conecta el problema identificado con una solución basada en tecnologías de inteligencia artificial.

En este sentido, los planes de acción presentados a continuación buscan articular los diferentes elementos de la solución, asegurando la alineación entre los objetivos del proyecto, los componentes técnicos de la plataforma y las necesidades del ecosistema competitivo. Este plan de acción permite traducir el problema identificado en un conjunto estructurado de actividades orientadas a la implementación de una solución basada en inteligencia artificial.

5.1 Establecimiento de objetivos

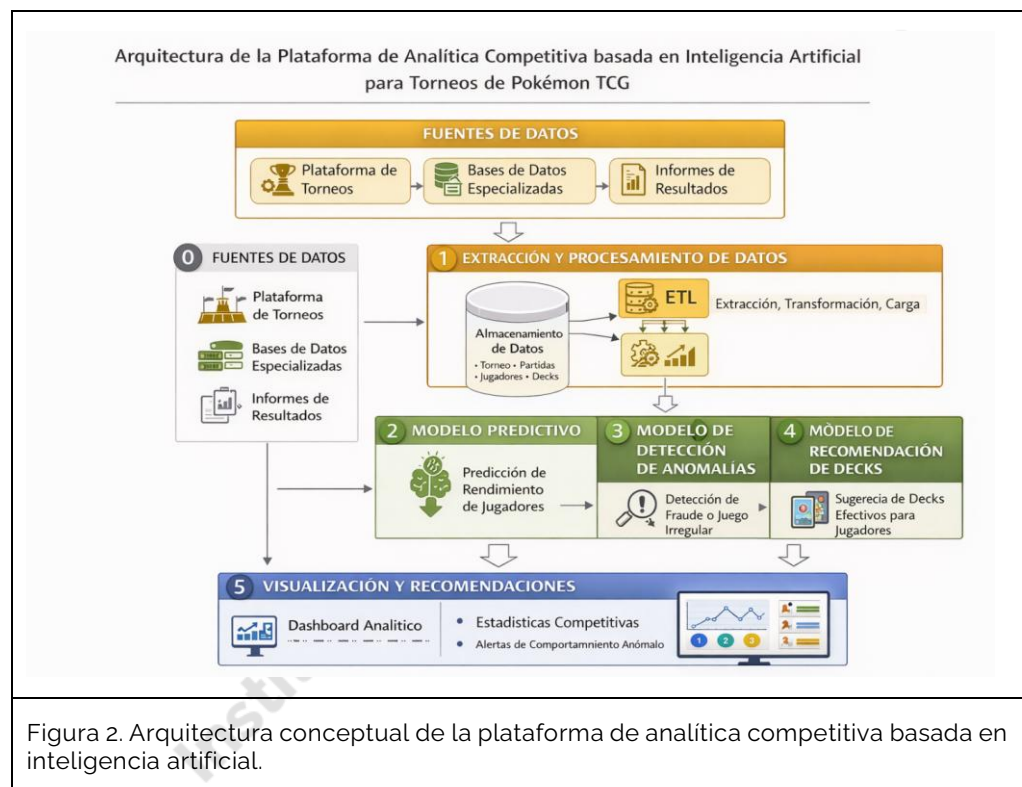
El objetivo del plan de acción es diseñar e implementar una plataforma de analítica competitiva basada en inteligencia artificial que permita transformar los datos generados en el ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game en conocimiento útil para mejorar la toma de decisiones dentro del entorno competitivo.

La solución propuesta consiste en el desarrollo de una plataforma de analítica competitiva que integre técnicas de ciencia de datos, aprendizaje automático y

visualización de información para analizar el ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game.

La arquitectura de la solución se basa en un pipeline de procesamiento de datos que permite transformar información proveniente de torneos en conocimiento analítico mediante el uso de modelos de inteligencia artificial.

El sistema se estructura en cuatro componentes principales.



Ingesta y almacenamiento de datos

El primer componente de la arquitectura corresponde a la recopilación y consolidación de la información generada dentro del ecosistema competitivo del programa Play! Pokémon. Las principales fuentes de datos incluyen los resultados de torneos oficiales, los sistemas de clasificación de jugadores (rankings), las listas de cartas utilizadas en los mazos (decklists) y diversas estadísticas asociadas al desarrollo de las partidas.

Toda esta información se centraliza en un repositorio de datos que permite almacenar y organizar el historial competitivo del juego. Este repositorio actúa como una base consolidada que facilita el análisis posterior mediante técnicas de inteligencia artificial. Para garantizar la calidad y consistencia de los datos, se implementan procesos de Extracción, Transformación y Carga (ETL). Estos procesos permiten limpiar la

información, estandarizar los formatos de los datos y preparar las variables necesarias para su utilización en los modelos analíticos.

Procesamiento y análisis de datos

Posterior a la ingesta, la información se somete a una fase de preparación y Análisis Exploratorio de Datos (EDA). El propósito de esta etapa es descubrir correlaciones preliminares y comprender las distribuciones estadísticas subyacentes. Aquí se ejecutan tareas computacionales críticas como la normalización de variables numéricas, la codificación de atributos categóricos y, fundamentalmente, la ingeniería de características (feature engineering). Esta última disciplina permite crear nuevas métricas derivadas que aporten un mayor poder predictivo a los algoritmos posteriores.

Modelos de inteligencia artificial

El núcleo de la solución está compuesto por diferentes modelos de aprendizaje automático diseñados para analizar distintos aspectos del ecosistema competitivo. Entre los principales modelos se incluyen:

Modelo predictivo de rendimiento competitivo:

Utiliza algoritmos de aprendizaje supervisado para estimar el desempeño futuro de jugadores o estrategias en torneos competitivos. Este modelo puede basarse en técnicas como regresión, árboles de decisión o métodos de ensemble.

Modelo de detección de anomalías:

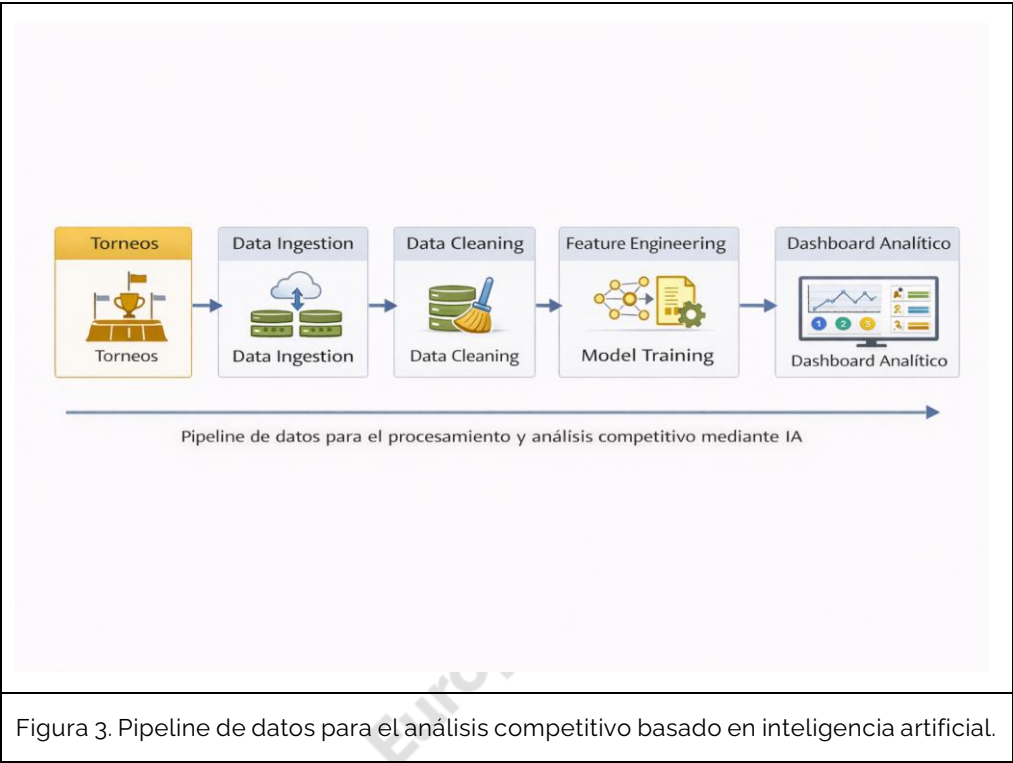
Este modelo utiliza técnicas de aprendizaje no supervisado para identificar comportamientos inusuales en los resultados de torneos o en la evolución del desempeño de jugadores. Algoritmos como Isolation Forest o clustering pueden utilizarse para este propósito.

Sistema de recomendación de decks:

Este componente utiliza algoritmos de recomendación basados en patrones históricos de uso de cartas y desempeño competitivo. El sistema puede implementar técnicas de filtrado colaborativo o modelos basados en contenido para sugerir configuraciones de decks competitivos.

Para transformar los datos generados en los torneos en conocimiento analítico, la solución propuesta utiliza un pipeline de procesamiento de datos que incluye etapas de ingesta, preparación de datos, generación de características, entrenamiento de modelos y visualización de resultados.

Pipeline de datos para el análisis competitivo basado en inteligencia artificial



Este pipeline permite implementar un enfoque de analítica avanzada que combina técnicas de ingeniería de datos, aprendizaje automático y visualización de información.

Algoritmos de inteligencia artificial propuestos

Módulo de IA	Tipo de problema	Algoritmos posibles
Predicción de rendimiento competitivo	Predicción supervisada	Random Forest, Gradient Boosting
Detección de anomalías	Detección de outliers	Isolation Forest, Local Outlier Factor
Recomendación de decks	Sistema de recomendación	Collaborative Filtering, Matrix Factorization

Variables utilizadas por los modelos

Para el entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial es necesario definir las variables o características (features) que representan el comportamiento competitivo de los jugadores y las estrategias utilizadas en los torneos.

Estas variables se derivan de los datos generados por los torneos y permiten a los modelos identificar patrones dentro del metajuego competitivo.

Modelo	Variables utilizadas
Predicción de rendimiento competitivo	win rate del jugador, número de torneos jugados, ranking competitivo, tipo de deck utilizado
Detección de anomalías	variaciones inesperadas en resultados, frecuencia de enfrentamientos entre jugadores, cambios abruptos en rendimiento
Recomendación de decks	cartas utilizadas en decks exitosos, frecuencia de uso de cartas, desempeño de decks en torneos recientes

5.2 Secuencia de actividades para ejecución de la solución

La implementación de la solución propuesta se plantea como un proceso iterativo compuesto por varias etapas.

Fase 1: análisis y recopilación de datos

En esta etapa se identifican las fuentes de datos disponibles dentro del ecosistema competitivo y se recopilan conjuntos de datos históricos de torneos, resultados de partidas y configuraciones de decks.

Fase 2: preparación y exploración de datos

Durante esta fase se desarrollan procesos de limpieza y transformación de datos que permiten preparar la información para el entrenamiento de modelos de inteligencia artificial. También se realiza un análisis exploratorio para comprender la distribución y características de los datos.

Fase 3: desarrollo de modelos de inteligencia artificial

En esta etapa se diseñan, entrenan y evalúan los modelos de aprendizaje automático que permiten analizar el ecosistema competitivo. Se seleccionan algoritmos apropiados para cada problema y se evalúa su desempeño mediante métricas de validación.

Fase 4: integración de la plataforma analítica

Los modelos desarrollados se integran dentro de una plataforma de análisis que permite visualizar los resultados y generar recomendaciones estratégicas para los usuarios.

Fase 5: evaluación y mejora continua

Finalmente, el sistema se somete a procesos de evaluación continua que permiten mejorar el desempeño de los modelos mediante la incorporación de nuevos datos y la optimización de los algoritmos utilizados.

5.3 Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución

La implementación de la solución requiere diferentes tipos de recursos técnicos y organizacionales.

Recursos humanos

La ejecución exitosa y el despliegue de esta arquitectura analítica exigen la conformación de un equipo multidisciplinario y altamente especializado. Este equipo debe combinar competencias técnicas avanzadas en Inteligencia Artificial con un profundo conocimiento del entorno del juego. Los perfiles críticos requeridos son:

- Ingeniero de Datos (Data Engineer): Encargado de la infraestructura base. Su responsabilidad es diseñar, construir y mantener los pipelines de ETL, asegurando la ingesta, limpieza y almacenamiento eficiente de los grandes volúmenes de datos históricos provenientes de los torneos.
- Científico de Datos / Ingeniero de Machine Learning: Responsable del núcleo matemático del proyecto. Abarca desde el Análisis Exploratorio (EDA) y la ingeniería de características (feature engineering), hasta el entrenamiento, validación y optimización de los modelos predictivos, sistemas de recomendación y algoritmos de detección de anomalías.
- Experto del Dominio (Analista del Ecosistema Competitivo): Un rol fundamental en la investigación aplicada. Este perfil aporta el contexto funcional del Pokémon TCG, validando que las variables matemáticas seleccionadas tengan sentido estratégico, interpretando los falsos positivos en las anomalías y asegurando que los insights generados por la IA sean coherentes con las reglas y la realidad del metajuego.
- Desarrollador BI / Ingeniero de Software (Front-end): Encargado de la capa de visualización. Su labor es conectar los resultados de los modelos con los dashboards analíticos, garantizando una interfaz de usuario (UI) intuitiva que permita a los organizadores y jugadores consumir la información de manera ágil.

Recursos tecnológicos

La implementación, entrenamiento y puesta en producción de esta solución analítica exige una arquitectura tecnológica robusta, elástica y de alta disponibilidad. Dada la necesidad de procesar volúmenes masivos de telemetría y ejecutar operaciones matemáticas complejas, el proyecto se apoyará integralmente en infraestructura de computación en la nube (Cloud Computing).

Los componentes tecnológicos fundamentales incluyen:

- Almacenamiento Escalable (Data Lake): Repositorios diseñados para la ingesta masiva de datos estructurados y no estructurados. Se requiere el uso de servicios de almacenamiento de objetos de alta durabilidad, como Amazon S3 o equivalentes, para salvaguardar el histórico global de torneos, decklists y resultados de forma segura y accesible.
- Capacidad de Cómputo Acelerado: Para la fase de entrenamiento de los modelos algorítmicos, especialmente los basados en Deep Learning y redes neuronales, es indispensable el aprovisionamiento de instancias de cómputo equipadas con aceleración por hardware (GPUs).
- Orquestación y Despliegue: Para garantizar que la plataforma funcione de manera continua y pueda escalar según la demanda de los usuarios que consultan los dashboards, se requerirá infraestructura para el despliegue de microservicios y contenedores, utilizando servicios gestionados avanzados como Amazon EKS para la orquestación del sistema.

Herramientas de desarrollo

Para el desarrollo de los modelos se requieren herramientas de análisis de datos y machine learning que permitan entrenar, evaluar y desplegar modelos analíticos. Las posibles herramientas requeridas se agrupan en las siguientes categorías:

- Lenguajes y Frameworks de Modelado: Se utilizará Python como lenguaje principal debido a su robustez en la ciencia de datos. El desarrollo se apoyará en librerías estándar de la industria como Scikit-learn para los modelos de aprendizaje clásico (ej. Random Forest, Isolation Forest) y TensorFlow o PyTorch para los algoritmos de redes neuronales y Deep Learning.
- Entornos de Procesamiento (EDA): Para la manipulación ágil de datos y el Análisis Exploratorio (EDA), se requerirán librerías como Pandas y NumPy, operadas desde entornos de desarrollo interactivos como Jupyter Notebooks o Google Colab.
- Control de Versiones y Despliegue: Para garantizar la reproducibilidad y el trabajo colaborativo, es indispensable el uso de sistemas de control de versiones (Git). Asimismo, para la transición de los modelos desde el entorno de pruebas hacia la producción, se contemplará el uso de tecnologías de empaquetado (como Docker) y frameworks de creación de APIs (como FastAPI o Flask) que permitan conectar los algoritmos con los dashboards de visualización.

Datos

El funcionamiento del sistema depende de la disponibilidad de datos históricos provenientes de torneos, rankings competitivos y configuraciones de decks utilizados por los jugadores.

Visualización y toma de decisiones

El último componente de la arquitectura corresponde a la visualización de los resultados generados por los modelos de inteligencia artificial. Estos resultados se presentan mediante dashboards analíticos que permiten interpretar de manera clara la información obtenida a partir del análisis de los datos competitivos.

Las herramientas de visualización permiten representar tendencias del metajuego, métricas de desempeño de los jugadores y recomendaciones estratégicas basadas en los modelos analíticos desarrollados. De esta forma, los resultados complejos generados por los modelos de inteligencia artificial se traducen en información accesible para los distintos actores del ecosistema competitivo.

Estos dashboards pueden ser utilizados por diferentes perfiles de usuarios. Por un lado, los organizadores de torneos pueden emplear esta información para monitorear tendencias del metajuego, identificar posibles anomalías en los resultados de las competiciones y apoyar la toma de decisiones relacionadas con la gestión del ecosistema competitivo. Por otro lado, los jugadores pueden utilizar las herramientas analíticas para analizar su desempeño, comprender mejor las tendencias estratégicas del juego y explorar posibles configuraciones de decks basadas en datos históricos.

De esta manera, la capa de visualización permite transformar los resultados de los modelos de inteligencia artificial en herramientas prácticas que apoyan la toma de decisiones dentro del ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game.

El sistema requiere la disponibilidad de los datos, y garantizar su actualización continua. Estos datasets para alimentar la arquitectura se dividen en las siguientes categorías:

- Bases de datos que documenten exhaustivamente los resultados de torneos oficiales a nivel global, historiales de enfrentamientos directos (matchups), tasas de victoria (win rates) y fluctuaciones en los sistemas de clasificación de los jugadores.
- Estructuras de datos que detallen la composición exacta de las cartas, frecuencias de uso, arquetipos dominantes y métricas de sinergia empleadas en los diferentes formatos de competición.
- Para garantizar un flujo constante de esta información hacia el repositorio central, se requerirá el consumo de APIs (Interfaces de Programación de Aplicaciones) de plataformas oficiales o de la comunidad, así como la posible implementación de scripts de extracción de datos automatizada (Web Scraping ético) sobre los registros públicos del circuito Play! Pokémon.

6 Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.

El alcance final de la solución propuesta comprende el diseño e implementación de una plataforma de analítica competitiva basada en inteligencia artificial orientada al análisis de los datos generados dentro del ecosistema competitivo del Pokémon Trading Card Game. La solución tiene como propósito central transformar información histórica y operativa de los torneos en conocimiento útil para apoyar la toma de decisiones de jugadores y organizadores.

Desde el punto de vista funcional, la plataforma incluiría tres capacidades principales. En primer lugar, un módulo de predicción del rendimiento competitivo que permita analizar tendencias de desempeño de jugadores y estrategias. En segundo lugar, un módulo de detección de anomalías orientado a identificar comportamientos atípicos dentro de los resultados de torneos. En tercer lugar, un sistema de recomendación de decks que utilice información histórica del metajuego para sugerir configuraciones competitivas.

Asimismo, la solución contempla una capa de visualización mediante dashboards analíticos que permitan interpretar los resultados generados por los modelos de inteligencia artificial. Esta interfaz estaría orientada tanto a usuarios organizacionales, como responsables del entorno competitivo, como a jugadores que deseen analizar su desempeño y la evolución de las estrategias del metajuego.

No obstante, el alcance del proyecto se delimita a una propuesta funcional y arquitectónica para el desarrollo de esta plataforma, incluyendo la definición de componentes, actividades, recursos, cronograma y presupuesto estimado. No se contempla dentro del alcance la implementación productiva completa del sistema ni su integración real con infraestructuras internas de The Pokémon Company, dado que el trabajo se basa en un estudio de caso sustentado en información pública.

En consecuencia, el alcance final del proyecto puede resumirse en los siguientes entregables:

- definición funcional de la plataforma de analítica competitiva;
- diseño conceptual de la arquitectura de datos e inteligencia artificial;
- especificación de módulos analíticos y sus variables principales;
- propuesta de visualización de resultados mediante dashboards;
- planificación de actividades, responsables, cronograma y presupuesto estimado.

6.1 Alcance final de la solución

La implementación, despliegue y sostenibilidad de la arquitectura analítica propuesta exigen la conformación de un equipo interdisciplinario de alto rendimiento. Dada la complejidad del cruce entre la ciencia de datos y la dinámica de los eSports, es imperativo integrar competencias avanzadas en ingeniería de software, modelado matemático y conocimiento experto del ecosistema competitivo. El alcance definido

permite establecer una base clara para el desarrollo futuro de la solución, manteniendo un equilibrio entre viabilidad técnica y aplicabilidad dentro del ecosistema competitivo.

6.2 Identificación de responsables de las actividades para ejecución

Responsable de producto / Project Manager

Es el líder estratégico y orquestador del proyecto. Su función principal es gestionar el ciclo de vida del desarrollo (preferiblemente bajo metodologías ágiles como Scrum), definir las prioridades del backlog y asegurar el estricto cumplimiento del cronograma y del presupuesto. Actúa como el puente de comunicación fundamental, garantizando que los desarrollos técnicos de la IA estén permanentemente alineados con los objetivos de negocio y las necesidades reales de los jugadores y organizadores. La asignación de estos roles garantiza la cobertura de las diferentes dimensiones del proyecto, desde el procesamiento de datos hasta la interpretación estratégica de los resultados.

Especialista en ciencia de datos

Responsable del núcleo analítico y estadístico del proyecto. Su labor se centra en la fase de Análisis Exploratorio de Datos (EDA), la limpieza profunda de la telemetría proveniente de los torneos y la ingeniería de características (feature engineering). Es el encargado de traducir el comportamiento del juego en variables matemáticas que los modelos puedan procesar, definiendo qué métricas son verdaderamente relevantes para predecir victorias o recomendar configuraciones de mazos.

Ingeniero de machine learning

Es el especialista encargado de llevar la matemática a la producción (metodología MLOps). Su responsabilidad abarca la selección, entrenamiento, validación y ajuste de hiperparámetros de los algoritmos de IA (como Random Forest o Isolation Forest). A diferencia del científico de datos, el Ingeniero de ML asegura que estos modelos sean escalables, eficientes a nivel computacional y estén correctamente empaquetados e integrados dentro del pipeline automatizado de la plataforma.

Ingeniero de datos (Data Engineer)

Constituye el pilar de la infraestructura de la información. Su misión exclusiva es diseñar, construir y optimizar los flujos de Extracción, Transformación y Carga (ETL). Es responsable de la creación y mantenimiento del Data Lake o repositorio central, asegurando que los inmensos volúmenes de datos históricos (enfrentamientos, decklists, rankings) se ingesten desde las APIs oficiales de forma segura, estructurada y en tiempo casi real para el consumo de los algoritmos.

Desarrollador de software / BI

Encargado de la capa de visualización y de la experiencia del usuario (Front-end). Su rol es consumir los insights complejos generados por los modelos de Inteligencia Artificial y traducirlos en dashboards interactivos, intuitivos y ergonómicos. Es quien democratiza los datos, construyendo las interfaces que permitirán tanto a un jugador aficionado como a un juez oficial interpretar las tendencias del metajuego de un solo vistazo.

Analista del ecosistema competitivo

Un perfil indispensable en la investigación aplicada. Al poseer un conocimiento profundo y empírico del funcionamiento competitivo del Pokémon TCG, este especialista actúa como el "validador de la realidad". Su tarea es auditar los resultados de la IA: asegura que las anomalías detectadas tengan sentido lógico, verifica que las recomendaciones de cartas respeten las reglas de sinergia del juego y traduce los hallazgos puramente matemáticos en estrategias tangibles dentro del metajuego.

Responsable organizacional / Stakeholder del ecosistema competitivo

Actúa como el patrocinador (sponsor) y la parte interesada principal del proyecto (representando la perspectiva de The Pokémon Company o de los organizadores de Play! Pokémon). Proporciona los lineamientos estratégicos globales, facilita el acceso a los datos institucionales, evalúa el retorno de inversión (ROI) tecnológico y certifica que la herramienta efectivamente aporta valor para fortalecer la integridad y la calidad del ecosistema competitivo.

Tabla resumen:

Rol	Responsabilidad principal
Project Manager	Coordinar el proyecto, cronograma y entregables
Científico de datos	Preparación de datos, análisis exploratorio y definición de features
Ingeniero de ML	Desarrollo, entrenamiento y ajuste de modelos
Ingeniero de datos	ETL, almacenamiento e integración de datos
Desarrollador BI / software	Dashboards, reportes e interfaces de visualización
Analista competitivo	Validación funcional de resultados y métricas del metajuego
Stakeholder organizacional	Aprobación estratégica y seguimiento del valor del proyecto

6.3 Cronograma de ejecución

La implementación de la arquitectura analítica propuesta se estructura en un horizonte temporal de seis meses, organizado bajo un enfoque iterativo y secuencial. Este cronograma garantiza un desarrollo progresivo, comenzando por la consolidación de la infraestructura de datos hasta culminar con el despliegue en producción de los módulos de Inteligencia Artificial y sus respectivas interfaces de visualización siguiendo un enfoque iterativo que permite ajustes progresivos en función de los resultados obtenidos en cada fase

Fase 1. Definición del proyecto y levantamiento de requerimientos

Durante el primer mes se consolidarán los requerimientos funcionales y técnicos con los stakeholders. Se identificarán y auditarán las fuentes de información (APIs oficiales de Play! Pokémon, registros históricos) y se diseñará la arquitectura en la nube del Data Lake para garantizar el soporte de grandes volúmenes de telemetría.

Fase 2. Diseño de arquitectura de datos y procesos ETL

El segundo mes estará dedicado exclusivamente a la ingeniería de datos. Se construirán y automatizarán los procesos de Extracción, Transformación y Carga (ETL). Esto incluye la limpieza de registros corruptos, la estandarización de formatos de decklists y resultados, y el almacenamiento estructurado de la información en el repositorio central.

Fase 3. Preparación de datos y análisis exploratorio

Con los datos centralizados, se ejecutará el Análisis Exploratorio de Datos (EDA) para identificar correlaciones iniciales. En esta fase se aplicará la ingeniería de características (feature engineering), creando variables matemáticas complejas (como índices de sinergia entre cartas o win-rates ponderados) que maximizarán el poder predictivo de los algoritmos.

Fase 4. Desarrollo de modelos de inteligencia artificial

El núcleo matemático del proyecto. Se programarán, entrenarán y ajustarán los hiperparámetros de los tres modelos principales: predicción de rendimiento (aprendizaje supervisado), detección de anomalías (aprendizaje no supervisado) y el sistema de recomendación de mazos. Se validarán mediante métricas de error y precisión hasta alcanzar los umbrales definidos en los objetivos (ej. >80% de precisión).

Fase 5. Desarrollo de dashboards e integración analítica

Los resultados generados por los modelos se conectarán con la capa de Business Intelligence (BI). Se diseñarán y desarrollarán los dashboards interactivos, creando interfaces de usuario (UI) adaptadas tanto para la toma de decisiones de los organizadores como para el análisis estratégico de los jugadores.

Fase 6. Validación, ajustes y documentación final

El mes de cierre contempla las Pruebas de Aceptación del Usuario (UAT) con expertos del ecosistema competitivo para validar la coherencia de los insights. Se realizarán ajustes finales de optimización algorítmica y se consolidará la documentación técnica y manuales de usuario, dejando el sistema listo para su operación continua.

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Definición del proyecto y requerimientos	X					
Diseño de arquitectura de datos	X	X				
Procesos ETL y consolidación de datos		X	X			
Análisis exploratorio y feature engineering			X	X		
Desarrollo de modelos de IA				X	X	
Desarrollo de dashboards y visualización					X	X
Validación y documentación final						X

6.4 Presupuesto

El presupuesto del proyecto debe entenderse como una estimación orientativa para la implementación de una solución piloto o prototipo funcional. Dado que la propuesta se desarrolla como estudio de caso y no como implementación real en producción, el presupuesto se enfoca en los recursos técnicos y humanos necesarios para construir una primera versión operativa de la plataforma.

Los principales rubros presupuestarios incluyen personal especializado, infraestructura tecnológica, herramientas de desarrollo y visualización, y actividades de gestión del proyecto.

Costos de recurso humano

La mayor parte del presupuesto se concentra en los perfiles técnicos necesarios para el desarrollo de la solución. Estos incluyen especialistas en ciencia de datos, ingeniería de datos, machine learning, visualización y gestión de proyecto.

Infraestructura tecnológica

Se contemplan costos asociados al uso de servicios cloud para almacenamiento de datos, procesamiento analítico, entrenamiento de modelos y despliegue de dashboards.

Software y herramientas

Incluye licencias o suscripciones necesarias para herramientas de análisis, visualización y seguimiento del proyecto, en caso de utilizar soluciones comerciales complementarias.

Gestión y validación

Incluye actividades de coordinación, documentación, revisión funcional y validación del sistema con base en los requerimientos definidos.

Tabla de Estimados:

El presupuesto estimado corresponde a un escenario de implementación piloto orientado a validar la viabilidad técnica y analítica de la solución propuesta.

Rubro	Descripción	Valor estimado (USD)
Project Manager	Coordinación del proyecto durante 6 meses	6,000
Científico de datos	Preparación y análisis de datos	8,000
Ingeniero de ML	Desarrollo de modelos de IA	8,500
Ingeniero de datos	ETL y repositorio de datos	7,000
Desarrollador BI / software	Dashboards y visualización	6,500
Infraestructura cloud	Almacenamiento, cómputo y pruebas	3,000
Herramientas y software	Visualización, colaboración y documentación	1,500
Contingencia	Reserva para ajustes y variaciones	2,500
Total estimado		43,000

7 Referencias bibliográficas

Aggarwal, C. C. (2016). *Recommender systems: The textbook*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-29659-3>

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
<https://www.deeplearningbook.org>

Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. *ACM Computing Surveys*, 41(3), 1–58. <https://doi.org/10.1145/1541880.1541882>

Hamari, J., & Sjöblom, M. (2017). What is eSports and why do people watch it? *Internet Research*, 27(2), 211–232. <https://doi.org/10.1108/IntR-04-2016-0085>

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830.

The Pokémon Company. (2024). *About The Pokémon Company*.
<https://corporate.pokemon.com/en/about-us/>

The Pokémon Company International. (2024). *Play! Pokémon program overview*.
<https://www.pokemon.com/us/play-pokemon>

Zendle, D., & Cairns, P. (2018). Video game loot boxes are linked to problem gambling: Results of a large-scale survey. *PLOS ONE*, 13(11), e0206767.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206767>

Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2015). *Recommender systems handbook*. Springer.

Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: A probabilistic perspective*. MIT Press.

Drachen, A., & Schubert, M. (2013). *Player behavior in games: Metrics and methods*.

Inmon, W. H. (2005). *Building the data warehouse* (4th ed.). Wiley.

Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data mining: Concepts and techniques* (3rd ed.). Morgan Kaufmann.

Few, S. (2013). *Information dashboard design: Displaying data for at-a-glance monitoring* (2nd ed.). Analytics Press.

Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Terveen, L. G., & Riedl, J. T. (2004). Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Transactions on Information Systems*, 22(1), 5–53. <https://doi.org/10.1145/963770.963772>

Drachen, A., & Schubert, M. (2013). Player behavior in games: Metrics and methods. En M. S. El-Nasr, A. Drachen, & A. Canossa (Eds.), *Game analytics: Maximizing the value of player data* (pp. 53–76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4769-5_3

Instituto Europeo de Posgrado ©