



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Desarrollo de un sistema de predicción de jugadores titulares de un equipo de fútbol aplicando redes neuronales artificiales**

**ARCENTALES SORIANO GUIDO ANDRES  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Desarrollo de un sistema de predicción de jugadores titulares de un equipo de fútbol aplicando redes neuronales artificiales**

**ARCENTALES SORIANO GUIDO ANDRES  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**PROPUESTAS TECNOLÓGICAS**

**Desarrollo de un sistema de predicción de jugadores titulares de  
un equipo de fútbol aplicando redes neuronales artificiales**

**ARCENTALES SORIANO GUIDO ANDRES  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MAZON OLIVO BERTHA EUGENIA**

**MACHALA  
2023**

# DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE JUGADORES TITULARES DE UN EQUIPO DE FÚTBOL APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

*por* Guido Arcentales

---

**Fecha de entrega:** 25-sep-2023 05:52p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1991413623

**Nombre del archivo:** es\_Guido\_Trabajo\_de\_Integracion\_Curricular\_Turniting\_Version.pdf (2.03M)

**Total de palabras:** 13022

**Total de caracteres:** 69257

# DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE JUGADORES TITULARES DE UN EQUIPO DE FÚTBOL APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

## INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://rua.ua.es">rua.ua.es</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://axial-erp.co">axial-erp.co</a> Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Nacional de Educación a Distancia Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://www.dropbox.com">www.dropbox.com</a> Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

## **CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL**

El que suscribe, ARCENTALES SORIANO GUIDO ANDRES, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Desarrollo de un sistema de predicción de jugadores titulares de un equipo de fútbol aplicando redes neuronales artificiales, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



---

ARCENTALES SORIANO GUIDO ANDRES

0706459807



# UTMACH

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE  
JUGADORES TITULARES DE UN EQUIPO DE FÚTBOL  
APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES.**

**ARCENTALES SORIANO GUIDO ANDRÉS  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2023**



# UTMACH

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE  
JUGADORES TITULARES DE UN EQUIPO DE FÚTBOL  
APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES.**

**ARCENTALES SORIANO GUIDO ANDRÉS  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN**

**MACHALA  
2023**





**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,  
PROPUESTAS TECNOLÓGICAS**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE  
JUGADORES TITULARES DE UN EQUIPO DE FÚTBOL  
APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES.**

**ARCENALES SORIANO GUIDO ANDRÉS  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN**

**ING. SIST. MAZÓN OLIVO BERTHA EUGENIA, MG.**

**ING. SIST. RIVAS ASANZA WILMER BRAULIO, PHD**

**MACHALA, 02 DE OCTUBRE DE 2023**

**MACHALA  
2023**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto rinde homenaje de manera especial a mis padres y a todas aquellas personas que han sido parte fundamental de mi desarrollo, tanto en el ámbito personal como en el profesional, a lo largo de los últimos cinco años.

**Arcentales Soriano Guido Andrés**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios por permitirme alcanzar esta importante meta en mi vida, llena de bendiciones y sabiduría. También quiero extender un agradecimiento especial a mis padres, quienes siempre han brindado un apoyo inquebrantable.

Mi gratitud se dirige hacia mi tutora, la Ingeniera Bertha Mazón, y mi cotutor, el Ingeniero Wilmer Rivas. Ellos han sido guías excepcionales, proporcionando una orientación invaluable a lo largo de todo el proceso de titulación. No puedo pasar por alto el apoyo brindado por cada uno de los docentes de la carrera, quienes han contribuido significativamente a nuestra formación como futuros profesionales. Quiero destacar especialmente al Ingeniero Fausto Redrován por sus consejos, motivación y profundos conocimientos.

**Arcentales Soriano Guido Andrés**

## **RESUMEN**

A lo largo del tiempo se ha incrementado analítica de datos de futbolistas para mejorar el rendimiento y la toma de decisión para los campeonatos, por esta razón se implementó un sistema de predicción aplicando ciencia de datos. La toma de decisiones en los partidos de futbol tiene su complejidad, al momento de elegir a los futbolistas que juegan en las mismas posiciones; es decir, se debe detectar el rendimiento de cada jugador para seleccionar a los once titulares y tener mayor posibilidad de ganar. Esta propuesta tecnológica se sustenta en la ciencia de datos. La metodología utilizada para el DSS propuesta se conoce como KDD: Knowledge Discovery in Databases, que es un enfoque sistemático, ordenado y estructurado para la recolección de grandes conjuntos de datos; para luego procesarlos, obtener información y conocimientos, para utilizarlos en diversas decisiones y en cualquier ámbito; Para lograrlo, se implementaron redes neuronales artificiales para ayudar con la automatización de las predicciones de los mejores titulares. Los resultados de este trabajo son: Los resultados de este trabajo son: un sistema de predicción de jugadores titulares de un equipo de futbol mediante redes neuronales que ayuda en el análisis automático del rendimiento de cada partido, la posición que mejor se defiende el jugador, el ritmo en el que recorre la cancha, el mejor lanzamiento. Las pruebas presentaron resultados aceptables como no aceptables, del modelo entrenado arrojando una exactitud del 42.86% de la prueba A, con una data menor, indicando que el modelo Convolutivo (CNN) es regularmente eficiente, de esta manera se realizó una segunda prueba B, con una data más extensa arrojando una exactitud del 79,87% indicando que el modelo es eficiente. Por otra parte, los resultados a expertos deportivos y de tecnología, nos ofrecieron una crítica positiva aceptando la hipótesis con una precisión del 90%, además la obtención de los datos es proveniente del uso de la aplicación.

## **PALABRAS CLAVE**

KDD, sistema de predicción, inteligencia artificial, redes neuronales, rendimiento de futbolista.

## **ABSTRACT**

Over time, data analytics of soccer players has increased to improve performance and decision making for championships, for this reason a prediction system was implemented by applying data science. Decision-making in soccer matches is complex when choosing players who play in the same positions; that is, the performance of each player must be detected in order to select the starting eleven and have a better chance of winning. This technological proposal is based on data science. The methodology used for the proposed DSS is known as KDD: Knowledge Discovery in Databases, which is a systematic, orderly and structured approach for the collection of large data sets; to then process them, obtain information and knowledge, to use them in various decisions and in any field; To achieve this, artificial neural networks were implemented to help with the automation of the predictions of the best starters.

The results of this work are: The results of this work are: a prediction system of starting players of a soccer team by means of neural networks that helps in the automatic analysis of the performance of each match, the position that the player defends best, the pace at which he runs the field, the best throw. The tests showed acceptable and unacceptable results of the trained model, showing an accuracy of 42.86% in test A, with a smaller data, indicating that the Convolutional model (CNN) is regularly efficient, thus a second test B was performed, with a more extensive data showing an accuracy of 79.87%, indicating that the model is efficient. On the other hand, the results to sports and technology experts, offered us a positive critique accepting the hypothesis with an accuracy of 90%, in addition to obtaining the data from the use of the application.

## **KEY WORDS.**

KDD, prediction system, artificial intelligence, neural networks, soccer player performance.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

GLOSARIO .....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
i. Organización del documento .....	14
ii. Declaración y formulación del Problema.....	14
iii. Objeto de estudio y Campo de acción .....	16
iv. Objetivos .....	16
v. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación .....	16
vi. Justificación .....	18
1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO .....	20
1.1. Antecedentes de la Investigación .....	20
1.2. Antecedentes históricos .....	24
1.3. Antecedentes Teóricos .....	26
1.3.1. Sistema de toma de decisiones .....	26
1.3.1.1. Tecnologías y disciplinas para implementar un DSS .....	27
1.3.1.2. Recolección de datos .....	28
1.3.1.3. Preprocesamiento .....	28
1.3.1.4. Diseño de la Data .....	29
1.3.1.5. Diseño del DSS .....	29
1.3.2. Rendimiento de Futbolistas .....	30
1.3.2.1. Posiciones de jugadores .....	30
1.3.3. Inteligencia Artificial.....	33
1.3.3.1. Redes neuronales artificiales .....	33
1.3.3.2. Librerías .....	35
1.4. Antecedentes Contextuales .....	36
1.4.1. Ámbito de aplicación .....	36
1.4.2. Establecimiento de requerimientos .....	37
2. CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	38
2.1. Definición del prototipo.....	38
2.2. Metodología de desarrollo del prototipo .....	38
2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación.....	38
2.2.2. Unidades de análisis.....	39
2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos .....	39
2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados .....	39

2.2.5.	Metodología o métodos específicos .....	39
2.2.6.	Herramientas y/o Materiales .....	40
2.3.	Desarrollo del prototipo .....	41
2.3.1.	Diseño del prototipo .....	41
2.4.	Ejecución del prototipo .....	49
2.4.1.	Desarrollo del APP web .....	49
3.	<b>CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO.....</b>	<b>53</b>
3.1.	Plan de evaluación .....	53
3.1.1.	Pruebas de red neuronal .....	54
3.1.2.	Prueba por la norma 25010.....	55
3.2.	Resultados de la evaluación .....	55
3.2.1.	Resultados del entrenamiento de los modelos.....	55
3.2.2.	Evaluación Por la norma ISO 25010 .....	62
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>66</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de las variables. ....	17
<b>Tabla 2:</b> Preguntas de investigación .....	20
<b>Tabla 3:</b> Criterios de inclusión y exclusión .....	21
<b>Tabla 4:</b> Comparación de Softwares .....	36
<b>Tabla 5:</b> Técnicas e instrumentos de recopilación de datos .....	39
<b>Tabla 6:</b> Herramientas y/o Materiales.....	40
<b>Tabla 7:</b> Matriz de confusión .....	54
<b>Tabla 8:</b> Resultados de entrenamiento de Secuencial e CNN .....	55
<b>Tabla 9:</b> Prueba de Optimizador del modelo CNN .....	57
<b>Tabla 10:</b> Tabla de la Clase PO .....	57
<b>Tabla 11:</b> Tabla de la Clase DF .....	57
<b>Tabla 12:</b> Tabla de la Clase CC.....	57
<b>Tabla 13:</b> Tabla de la Clase DL.....	57
<b>Tabla 14:</b> Métricas de Precisión .....	58
<b>Tabla 15:</b> Métricas Recall .....	59
<b>Tabla 16:</b> Métricas puntuación F1 (Score) .....	60
<b>Tabla 17:</b> Métricas de evaluación modelo CNN.....	60
<b>Tabla 18:</b> Tabla de la Clase PO-Prueba B .....	61
<b>Tabla 19:</b> Tabla de la Clase DF-Prueba B .....	61
<b>Tabla 20:</b> Tabla de la Clase CC-Prueba B .....	61
<b>Tabla 21:</b> Tabla de la Clase DL-Prueba B .....	61
<b>Tabla 22:</b> Métricas de evaluación modelo CNN-Prueba B .....	61
<b>Tabla 23:</b> Porcentajes de la encuesta de los especialistas deportivos.....	62
<b>Tabla 24:</b> Porcentajes de la encuesta de los especialistas de tecnología .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Declaración del problema .....	15
<b>Figura 2:</b> Diagrama de resultado de búsqueda de cantidad de estudios por año. ....	22
<b>Figura 3:</b> Diagrama de resultado de búsqueda por área de estudio.....	23
<b>Figura 4:</b> Diagrama de resultado de búsqueda por tipo .....	23
<b>Figura 5:</b> Gráfico de resultado de búsqueda de concurrencia y relación entre palabras claves ..	24
<b>Figura 6:</b> Antecedentes Teóricos.....	26
<b>Figura 7:</b> Arquitectura de entrenamiento del modelo .....	38
<b>Figura 8:</b> Utilización se sensor .....	42
<b>Figura 9:</b> Dataset de los jugadores de Orense SC.....	42
<b>Figura 10:</b> Importación de los datos a la nube .....	43
<b>Figura 11:</b> Cargar la data.....	43
<b>Figura 12:</b> Eliminación de datos duplicados y vacíos. ....	44
<b>Figura 13:</b> Guardar el archivo Limpio.....	44
<b>Figura 14:</b> Grafica RNA.....	47
<b>Figura 15:</b> Resultados de la red neuronal .....	48
<b>Figura 16:</b> Pagina inicial .....	49
<b>Figura 17:</b> selección de los datos de los jugadores .....	50
<b>Figura 18:</b> Tabla de la predicción de los mejores 11 Titulares y Suplentes .....	51



<b>Figura 19:</b> Dashboard del rendimiento por posición .....	52
<b>Figura 20:</b> Dashboard de comparación de Titulares y Suplentes .....	52
<b>Figura 21:</b> Curva del modelo Secuencial.....	56
<b>Figura 22:</b> Curva del modelo Convolutacional (CNN) .....	56

## INDICE FIGURAS DE ANEXOS

<b>Figura A 1:</b> Pregunta 1 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	79
<b>Figura A 2:</b> Pregunta 2 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	80
<b>Figura A 3:</b> Pregunta 3 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	80
<b>Figura A 4:</b> Pregunta 4 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	81
<b>Figura A 5:</b> Pregunta 5 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	81
<b>Figura A 6:</b> Pregunta 6 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	82
<b>Figura A 7:</b> Pregunta 7 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	82
<b>Figura A 8:</b> Pregunta 8 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	83
<b>Figura A 9:</b> Pregunta 9 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	83
<b>Figura A 10:</b> Pregunta 10 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	84
<b>Figura A 11:</b> Pregunta 11 de la encuesta Especialistas Deportivos .....	84
<b>Figura A 12:</b> Pregunta 1 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	85
<b>Figura A 13:</b> Pregunta 2 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	85
<b>Figura A 14:</b> Pregunta 3 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	86
<b>Figura A 15:</b> Pregunta 4 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	86
<b>Figura A 16:</b> Pregunta 5 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	87
<b>Figura A 17:</b> Pregunta 6 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	87
<b>Figura A 18:</b> Pregunta 7 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	88
<b>Figura A 19:</b> Pregunta 8 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	88
<b>Figura A 20:</b> Pregunta 9 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	89
<b>Figura A 21:</b> Pregunta 10 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	89
<b>Figura A 22:</b> Pregunta 11 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	90
<b>Figura A 23:</b> Pregunta 12 de la encuesta Especialistas de tecnología.....	90

## GLOSARIO

### C

**Campeonato de fútbol:** Un campeonato de fútbol es una competición en la que participan equipos de fútbol de diferentes países o regiones para determinar el campeón.

### F

**Futbolistas:** Los futbolistas son jugadores de fútbol, un deporte de equipo que se juega con una pelota y dos equipos de once jugadores cada uno. Los futbolistas pueden tener diferentes roles en el campo, como delanteros, defensas, mediocampistas, porteros, entre otros.

### K

**KDD:** KDD (Knowledge Discovery in Databases) es el proceso de descubrimiento de conocimientos útiles a partir de grandes conjuntos de datos. Implica la extracción, transformación y carga de datos, así como la aplicación de técnicas de minería de datos para descubrir patrones, relaciones y tendencias.

### R

**Rendimiento:** El rendimiento se refiere a la capacidad de un sistema, una organización, un individuo o un producto para cumplir con los objetivos o expectativas establecidos. En el contexto del deporte, el rendimiento se refiere a la capacidad de un equipo o un deportista para competir y ganar en su deporte.

### S

**Sistema de soporte de decisiones:** Un sistema de soporte de decisiones (DSS, por sus siglas en inglés) es una herramienta que ayuda a los tomadores de decisiones a analizar información y datos para tomar decisiones informadas. Los DSS pueden incluir una variedad de tecnologías, como modelos analíticos, simulaciones y software de visualización de datos.

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información están ganando importancia en todos los aspectos de la sociedad. La evolución y adaptación de estas tecnologías a diferentes contextos socioeconómicos, comerciales y deportivos ha permitido encontrar nuevas y mejores maneras de resolver problemas. Los sistemas de [1], en el fútbol están siendo de utilidad para analizar el rendimiento de los jugadores. Como las tecnologías de vídeo, el análisis de datos y la inteligencia artificial están permitiendo a los entrenadores, árbitros y directivos del fútbol tomar opciones más informadas y precisas. El uso de cámaras de alta velocidad, sistemas de seguimiento de jugadores y algoritmos de análisis de datos están proporcionando una visión detallada y en tiempo real del juego, lo que permite a los entrenadores ajustar su estrategia en tiempo real y tener selecciones precisas en situaciones de duda. Además, el análisis de datos también está ayudando a los directivos en cuanto a la contratación de jugadores y la gestión del equipo, las nuevas tecnologías están transformando la forma de tomar una mejor elección en el fútbol y están ayudando a mejorar la precisión, la eficiencia y la competitividad del juego.

En este trabajo se propone desarrollar un sistema de soporte de decisiones, para el club deportivo Orense Sporting Club, que permita analizar datos de rendimiento de jugadores y recomendar o predecir los 11 jugadores titulares y los 11 suplentes, de tal forma que ayude a evitar pérdidas de juegos, por un mal cambio, mal desempeño del jugador, gran duda al momento de sustituir un jugador titular por un suplente que rinda mejor en el partido. Los principales resultados obtenidos son: el mejor portero, 4 mejores defensas, 3 mejores centro campistas y 3 mejores delanteros. Finalmente, se concluye que el sistema funciona correctamente prediciendo los 11 titulares por su máximo nivel.

## **i. Organización del documento**

El presente trabajo de titulación se sitúa organizado en una introducción y tres capítulos, los cuales serán detallados a continuación:

**Introducción:** En la sección introductoria, se presentó una declaración y una formulación del problema, se describió el objeto de estudio y el campo de acción, se establecieron los objetivos, las hipótesis y las variables o preguntas de investigación, se proporcionó una justificación y se detalló la distribución del trabajo de integración curricular.

**Capítulo I:** En el primer capítulo se presenta los antecedentes de la investigación que constan de aplicación de la metodología de revisión sistemática de literatura [2], la cual permitió la elaboración de los antecedentes históricos, antecedentes teóricos y antecedentes contextuales.

**Capítulo II:** En el segundo capítulo se describe el proceso de creación del prototipo, incluyendo la definición del mismo, la metodología utilizada, el enfoque, alcance y diseño de investigación. Además, se explicó las unidades de análisis, Técnicas e instrumentos de recopilación de datos, técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados, metodología o métodos específicos, herramientas y/o materiales y finalmente el desarrollo y ejecución del prototipo.

**Capítulo III:** En el tercer capítulo se llevó a cabo la evaluación del prototipo, se elaboró un plan de evaluación y se presentan los resultados obtenidos. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la evaluación.

## **ii. Declaración y formulación del Problema**

A nivel internacional la toma de decisiones en el fútbol es aplicada mayormente utilizando las tecnologías. De acuerdo con [3], en España se analizó la demanda física y el comportamiento técnico táctico de veinte futbolistas; utilizando tecnologías de: GPS (K-GPS 10, K-Sport, Motelabbate, PU, Italia); estos GPS se enfocaron en el rendimiento de cada uno de ellos y se obtuvo datos como: posición , velocidad, resistencia, definición.

En este caso, el nivel físico de los futbolistas y su comportamiento tácticos aumentaba cuando se enfrentaban a rivales inferiores.

En Ecuador, no todos los equipos cuentan con estas tecnologías para analizar y recolectar datos de futbolistas, las decisiones lo realizan por experiencia empírica del técnico, observando el potencial del jugador. En [4], se afirma que en la primera división profesional de fútbol ecuatoriano, a una muestra de 318 casos de jugadores fueron monitorizados por unidades GPS, tomando en cuenta a los defensores centrales, laterales, mediocampistas defensivos, mediocampistas ofensivos y delanteros.

Por otro lado, las diferencias entre el software Shadowfut que se creará tendrá requerimientos como: opción de crear el perfil del jugador, permitirá registrar los pases buenos y fallidos del equipo y permitirá seleccionar a los once jugadores por su perfil, a diferencia de los siguientes softwares existentes: TacticalPad, Bcoach [5] y Klipdraw ANIMATE [6].

En la figura número 1 se describen las causas y efectos de relacionarse con el problema.



**Figura 1:** Declaración del problema

**Fuente:** Autor

## **Formulación del problema**

¿Cómo implementar un sistema de soporte de decisiones que permita el análisis del rendimiento de futbolistas?

### **iii. Objeto de estudio y Campo de acción**

#### **Objeto de estudio**

Rendimiento de futbolistas

#### **Campo de acción**

Implementación de un DSS.

### **iv. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema de predicción de los jugadores titulares de futbol mediante el análisis del rendimiento con redes neuronales artificiales que permita la eficiencia en la toma de decisiones.

#### **Objetivos específicos**

- Elaborar el estado del arte correspondiente al sistema de predicción para el análisis del rendimiento de futbolistas.
- Realizar la recopilación y preprocesamiento de futbolistas de un equipo local mediante el uso de sensores GPS.
- Diseñar una red neuronal para la formación automática del once titular.
- Desarrollar el sistema de predicción, mediante análisis de datos.
- Evaluar el funcionamiento del prototipo, aplicando matriz de confusión y la norma ISO 2510.

### **v. Hipótesis y variables o Preguntas de investigación**

#### **Hipótesis principal**

El desarrollo de un sistema de predicción de los jugadores titulares de futbol aplicando redes neuronales artificiales permitirá la eficiencia en la toma de decisiones.

#### **Variables y dimensionamiento**

**Tabla 1:** Operacionalización de las variables.

Variable	Definición	Categorías	Indicadores	Ítems
	Teórica			
Implementación de un DSS	<p>Un sistema de toma de decisiones es un conjunto de procedimientos y herramientas que se utilizan para evaluar diferentes opciones y elegir la mejor solución para un problema específico. Estos sistemas se pueden utilizar en una amplia variedad de contextos, como en la toma de decisiones empresariales, políticas, deportivas o en los personales.</p> <p>Un sistema de toma de decisiones efectivo debe tener un proceso claro para identificar el problema, recopilar y analizar información relevante, evaluar diferentes opciones y de decisión. También debe incluir medidas para medir el éxito de la decisión tomada y para adaptarse a cambios en el entorno.</p>	Recolección de datos.	Plataformas de análisis de datos	Programación en Python Framework Holoviz Panel
		Preprocesamiento	Pasos para el procesamiento de los datos	Eliminación de datos faltantes o incorrectos Transformación de variable Normalización de los datos
		Diseño de la data	Tipos de diseño de data	Estadísticos Relacionales De red
		Diseño del DSS	Tipo de decisiones	Dependiendo del problema Gerenciales Estratégicas Operacionales
Análisis del rendimiento de futbolistas	<p>Mora, Zarco, Blanca [7], mencionan, “la mejora del rendimiento y la salud del deportista, tanto a nivel deportivo como personal”, esto ayuda a determinar su participación y la posición que tendrá el jugador durante los partidos. En algunos estudios realizados a nivel mundial determinan que algunos jugadores su rendimiento máximo es hasta los 31 a 35 años por eso se ve muy a menudo el retiro de grandes jugadores a los 35 años, pero no aplica para todos, ya que hay ciertos jugadores que llegan a su retiro hasta los 40 años, pero eso si su rendimiento es un poco más bajo del que se tiene a la escala máxima de los 25 a 27 años que su rendimiento es más estable y puede aumentar.</p>	Portero	-Mejor lanzamiento -Buena reacción -Despeje	El del más alto nivel
		Línea de defensa	-Defensa central. -Defensa lateral, izquierdo y derecho.	Velocidad Regate Resistencia
		Línea central	-Mediocentro o centrocampista. -Media punta. -Mediocentro defensivo. -Interior derecho o izquierdo	Velocidad Regate Resistencia
		Delanteros	Centro delantero. Segunda punta. Extremo.	Velocidad Regate Resistencia disparo

## **vi. Justificación**

En un campeonato los jugadores deben estar elegidos correctamente según los máximos niveles de rendimiento, por esa razón, es indispensable que el técnico tenga conocimiento de las posiciones de juego de cada uno de los jugadores, para que puedan y tengan la disponibilidad de formar el equipo de once titulares y al momento de comenzar el juego ingresen los que tienen mayores niveles, y sí existe algún cambio o contratiempo durante el partido, se pueda sustituir al jugador titular por otro jugador que tenga el nivel similar o cercano. En la actualidad, en los equipos europeos se está llevando a cabo, mediante el uso de tecnologías tales como sensores de GPS. Con el aporte de [8], en las encuestas realizadas se obtiene que el 100% de las personas deducen que la mayor habilidad que se debe tener en el fútbol es la velocidad, debido a que en la actualidad el fútbol es rápido y los once titulares deben tener velocidad.

El DSS en el fútbol es aplicada por el técnico sin tecnología al momento de seleccionar a los once titulares, lo que provoca una selección desequilibrada de jugadores. La ciencia de datos al pasar de los años se ha convertido en el entorno más popular en el fútbol debido a su capacidad para recopilar y analizar grandes cantidades de datos en tiempo real. Esto permite a los entrenadores y directores deportivos tomar decisiones más informadas y mejorar el rendimiento de los equipos. Además, la ciencia de datos puede ayudar a identificar patrones y tendencias en el rendimiento de los jugadores y en el juego en general, lo que puede ayudar a predecir resultados futuros. Por ello la ciencia de datos es viable en el fútbol gracias a la capacidad para mejorar el rendimiento de los equipos y ofrecer una comprensión más profunda del juego.

Por esta razón, se propone desarrollar un sistema de predicción, mediante el análisis del rendimiento para mejorar la toma de decisiones en el fútbol, porque en la mayoría de los campeonatos se escogen a los jugadores al azar, sin tomar en cuenta la velocidad, la resistencia, el peso, el regate y su lanzamiento. De acuerdo con la investigación realizada, el beneficio personal que se obtuvo fue el incremento del conocimiento sobre la ciencia de datos y el fútbol en artículos científicos viables para la aprobación del presente proyecto. El beneficio profesional que dejó el proyecto es mejorar la toma de decisiones en diferentes partidos de fútbol, para que haya equipos de 11 titulares elegidos



correctamente para los campeonatos, Velázquez [9], menciona con la utilización de la metodología KDD ayuda en la extracción de datos y generación de conocimientos. Finalmente, el beneficio disciplinario fue la utilización de las técnicas del fútbol aplicadas en la ciencia de datos.

# 1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes de la Investigación

Para la revisión bibliográfica de la investigación se realizó usando la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SRL: Systematic Review of the Literature), además se utilizó la herramienta online Parsifal, la cual ayudó en la revisión sistemática de las diferentes investigaciones obtenidas.

La metodología SLR tiene como objetivo reunir todas las pruebas, datos, publicaciones y documentos relacionados con el tema de estudio, utilizando criterios de elegibilidad previamente establecidos, con el fin de responder a las preguntas de investigación actuales [10]. La metodología emplea métodos seguros y estructurados para reducir al mínimo la posibilidad de sesgos en la búsqueda, selección, evaluación, síntesis, análisis y resumen de investigaciones.

### a) Preguntas de investigación

Las interrogantes de investigación que se plantearon para llevar a cabo la búsqueda de información sobre el sistema de predicción y el rendimiento de Futbolistas son las siguientes, a continuación, en la tabla 2 se detallan las interrogantes de investigación con su respectiva descripción y motivación.

**Tabla 2:** Preguntas de investigación

Pregunta	Descripción y motivación
¿Qué es y cómo funciona un sistema de soporte de decisiones?	Esta pregunta pretende tomar las decisiones del equipo de fútbol.
¿Cuáles son los datos del rendimiento de futbolistas?	La propuesta de esta pregunta es obtener datos del rendimiento de futbolistas
¿Cuáles son los diferentes sensores que se encargan de la recolección de datos?	El objetivo de esta pregunta es comprender los diferentes sensores que se empleará para la recolección de datos.
¿Qué es el procesamiento de los datos para la mejora de su calidad?	Esta pregunta aspira a obtener datos finales para la implementación del DSS

## **b) Palabras claves y cadena(s) de búsqueda**

En concordancia, la búsqueda de la información en bases de datos se realizó tomando en cuenta, las palabras claves de las variables, categorías, indicadores e ítems para obtener una mejor búsqueda de artículos y trabajos de investigación. Algunas palabras fueron descartadas debido a que, no proporcionaron información necesaria para el proyecto. Finalmente, al obtener documentos viables se escogió las palabras claves concretas para el avance del estado del arte. A continuación, se describen las palabras claves:

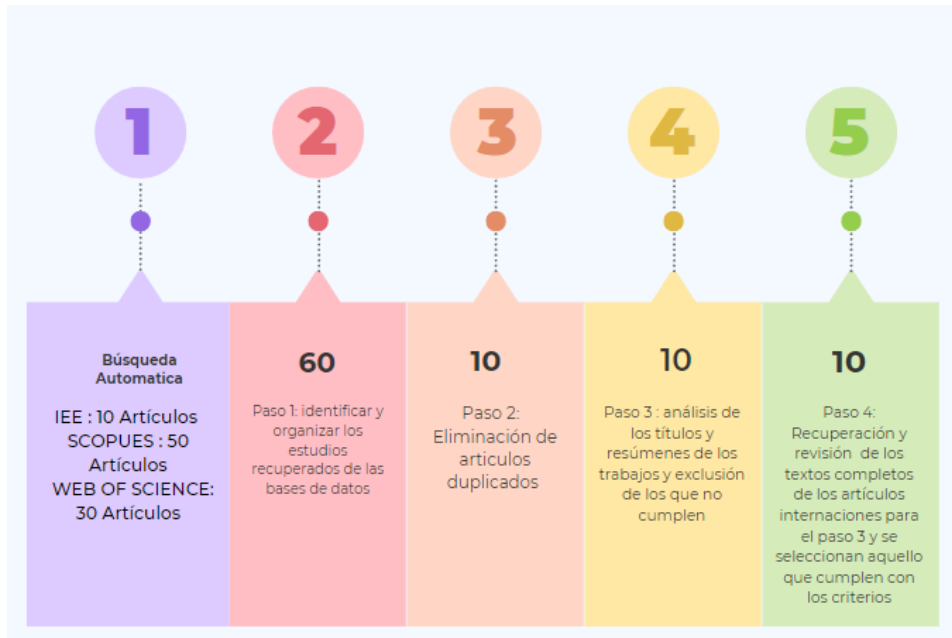
(“DSS”) AND (“rendimiento de futbolistas”)

## **c) Criterios de inclusión y exclusión**

**Tabla 3:** Criterios de inclusión y exclusión

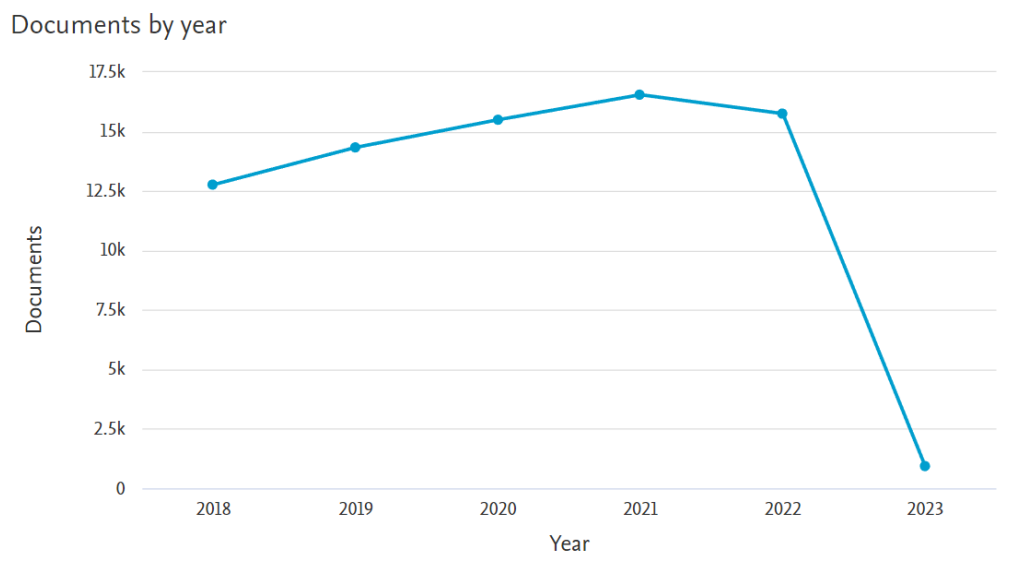
#	Criterios de inclusión
1	Estudios primarios
2	Estudios que abordan el estudio del rendimiento de los futbolistas utilizando la ciencia de datos.
3	Estudios publicados entre los años 2018 hasta 2023.
4	Estudios relacionados con los tipos de futbolistas.
5	Estudios relacionados con sistemas de toma de decisiones.
#	Criterios de exclusión
1	Estudios secundarios
2	Artículos cortos ( $\leq 6$ páginas)
3	Estudios suplicados
4	Estudios que no hayan sido redactados en idioma inglés o español.
5	Trabajos cuyo documento no haya estado disponible en buscadores
6	Trabajos con publicación menor al 2017.

## **d) Proceso y resultados de la búsqueda**



### Resultados finales de búsqueda

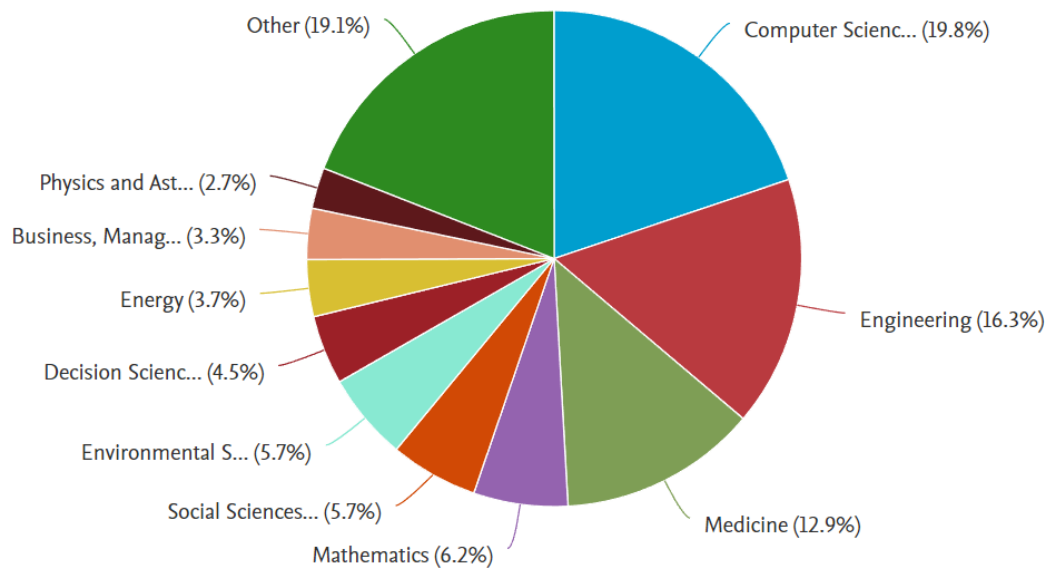
Los resultados de búsqueda se organizaron por año. La Figura 2 muestra la cantidad de estudios por año, demostrando un aumento en el número de investigaciones en 2021.



**Figura 2:** Diagrama de resultado de búsqueda de cantidad de estudios por año.

**Fuente:** autor

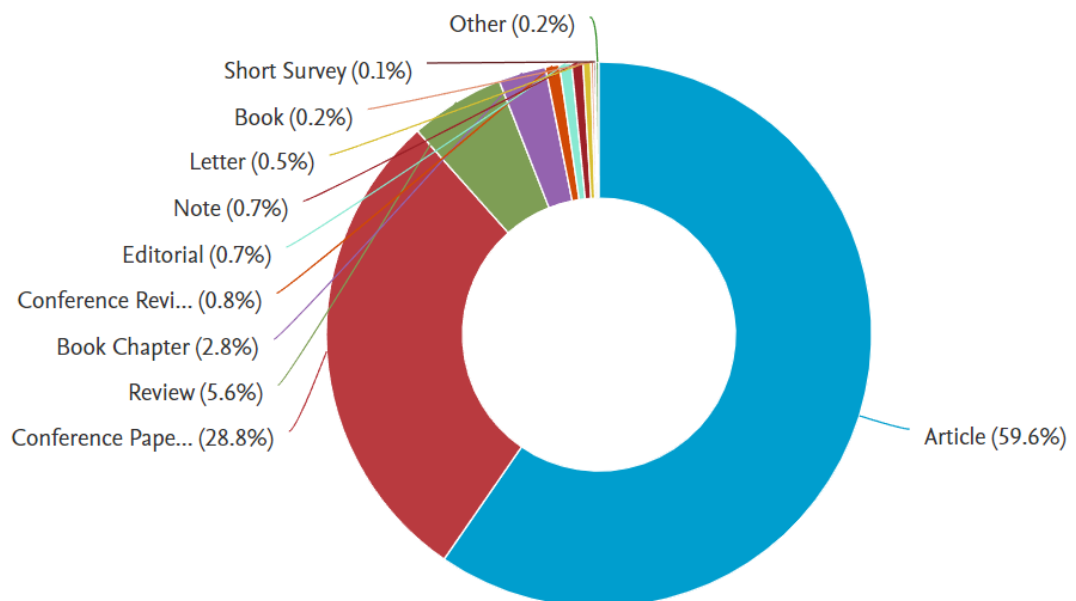
La Figura 3 muestra un gráfico de los resultados de búsqueda por campo de estudio, destacando que el 16,3% de las investigaciones se enfocan en Engineering, seguido de computer Science con el 19,8%.



**Figura 3:** Diagrama de resultado de búsqueda por área de estudio.

**Fuente:** Obtenido de Scopus.

La Figura 4 muestra un gráfico de los resultados de búsqueda de documento por tipo, en donde se resalta el 59,6% de trabajos en artículos científicos, continuando con un 28,8% en conferencias.



**Figura 4:** Diagrama de resultado de búsqueda por tipo



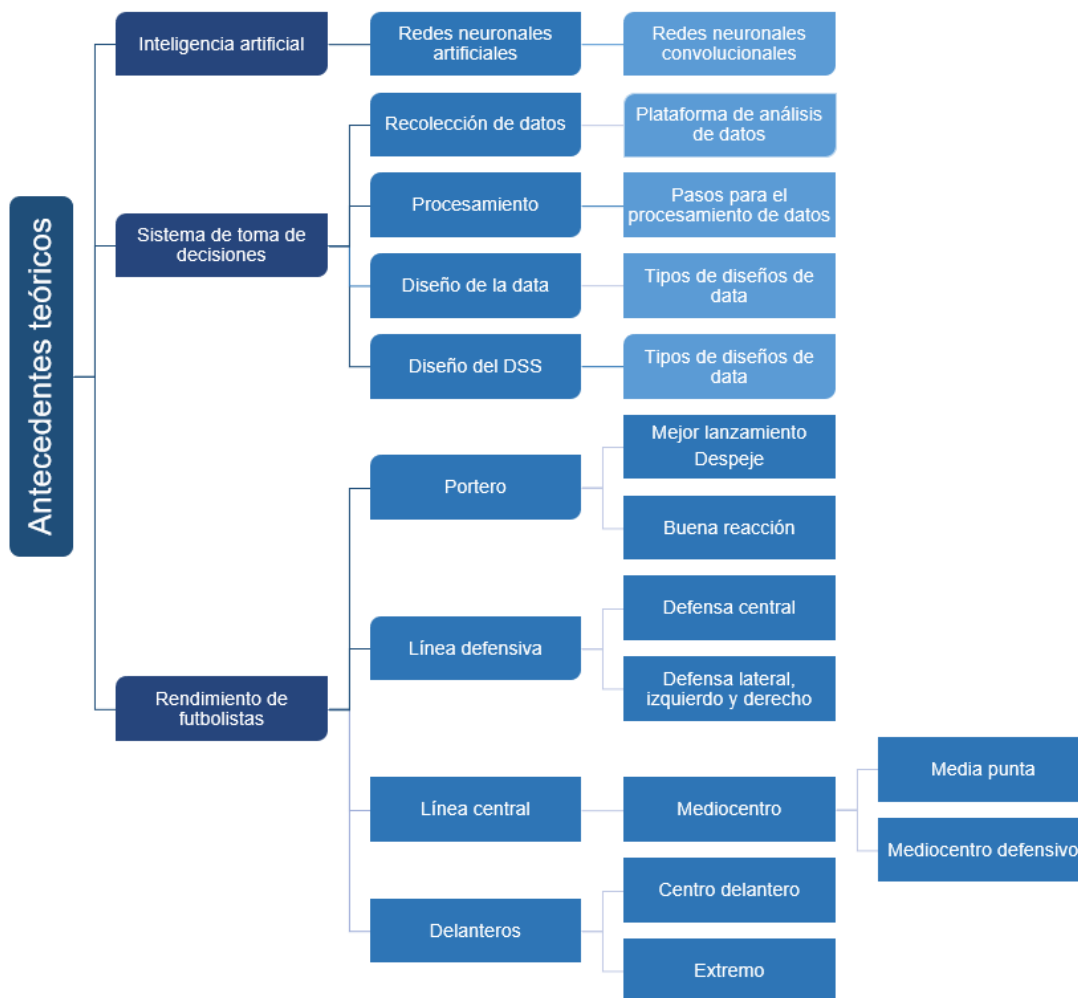
un factor en particular, sino que es el resultado de la interacción de muchos factores diferentes. El rendimiento deportivo de alto nivel con base en un conjunto de atributos físicos, técnicos y mentales que, cuando se combinan, permiten a un atleta mostrar una destreza física superior de manera repetida y ejecutar habilidades bajo las condiciones más difíciles o presionantes. En otras palabras, el rendimiento deportivo de alto nivel no depende solo de una cosa, sino de la combinación de muchos factores diferentes. Gutiérrez [12], en el año 2020 mencionó, que el deporte de alto rendimiento actual es una de las actividades humanas más complejas en cuanto a sus exigencias y demandas, ya que los atletas deben entrenar arduamente y mantener un alto nivel de concentración y dedicación en todo momento. Además, también deben lidiar con la presión de competir a nivel internacional y mantener una nutrición y estilo de vida adecuados para mantenerse en su mejor forma.

Ramírez [13], en el año 2021 mencionó que la psicología deportiva, es una disciplina científica que se centra en el análisis de la persona en el contexto del deporte con el objetivo de mejorar el rendimiento deportivo; en ese trabajo se analiza la influencia de la evaluación de aspectos psicológicos, motivación deportiva y concentración en el rendimiento competitivo de futbolistas profesionales y estos pueden afectar su rendimiento deportivo. Aynés [14], en el año 2020 mencionó, que en el ámbito del rendimiento deportivo a nivel fisiológico se trata términos como frecuencia cardíaca o frecuencia respiratoria, se mide la cantidad de veces que el corazón late y las respiraciones por minuto; este un indicador clave de la intensidad del ejercicio y la salud cardiovascular de esta manera algunos entrenador miden su rendimiento para el ámbito de la resistencia del jugador que tiene en el campo.

En fútbol es una parte muy importante la toma de decisiones. Los jugadores deben tomar decisiones sobre cómo moverse y cómo interactuar con el balón y los demás jugadores en el campo. Estas decisiones pueden ser tácticas, como elegir qué pase hacer o a quién pasar el balón, o pueden ser más físicas, como elegir qué parte del cuerpo usar para golpear el balón o qué dirección moverse. Los entrenadores y los equipos también deben tomar decisiones estratégicas, como qué tácticas usar o qué jugadores incluir en el equipo titular. La toma de decisiones rápida y precisa es esencial para el rendimiento deportivo de alto nivel en el fútbol.

### 1.3. Antecedentes Teóricos

A continuación, se describe la teoría relacionada con esta investigación. Entre los tópicos más importantes, se destacan la ciencia de datos y el rendimiento de futbolistas. En cuanto a aspectos del rendimiento, se abordan: el rendimiento físico, técnico y táctico. Se utilizan diferentes tipos de datos, como estadísticas de juego y datos de monitoreo físico, para analizar y comprender cómo el rendimiento de los futbolistas puede mejorar (figura 6).



**Figura 6:** Antecedentes Teóricos

**Fuente:** Autor

#### 1.3.1. Sistema de toma de decisiones

Según [15], menciona que un sistema de toma de decisiones es un conjunto de procedimientos y herramientas que se utilizan para evaluar diferentes opciones y elegir la mejor solución para un problema específico. Estos sistemas se pueden utilizar en una



amplia variedad de contextos, como decisiones empresariales, políticas, deportivas o en personales.

Ruiz, Hernández y Giraldo [16], mencionan que un DSS permite controlar la información que se puede acceder después de ser recopilada y de esta manera tomar las decisiones.

### **1.3.1.1. Tecnologías y disciplinas para implementar un DSS**

Un sistema de soporte a la toma de decisiones (DSS, por sus siglas en inglés) puede requerir la integración de diversas tecnologías y disciplinas para su implementación efectiva. A continuación, te menciono algunas de las tecnologías y disciplinas que se utilizan comúnmente en la construcción de DSS:

1. Bases de datos: los DSS a menudo requieren grandes cantidades de datos para tomar decisiones informadas. Es importante tener una base de datos bien estructurada y organizada que pueda ser consultada y actualizada fácilmente [17].
2. Minería de datos: la minería de datos implica la extracción de patrones y conocimientos a partir de grandes conjuntos de datos. Los DSS pueden utilizar técnicas de minería de datos para identificar patrones y relaciones útiles que pueden ayudar en la toma de decisiones.
3. Análisis de datos: el análisis de datos es el proceso de examinar, limpiar y transformar datos para descubrir información útil. Los DSS pueden aprovechar las técnicas de análisis de datos para preparar los datos para su uso en el modelo de toma de decisiones.
4. Modelos matemáticos y estadísticos: los modelos matemáticos y estadísticos pueden ser utilizados en la construcción de DSS para representar y predecir el comportamiento de un sistema [18].
5. Inteligencia artificial y aprendizaje automático: la inteligencia artificial y el aprendizaje automático pueden ser utilizados para mejorar la capacidad de un DSS para tomar decisiones informadas. Estas tecnologías pueden ser utilizadas para crear modelos predictivos, clasificadores y sistemas de recomendación.

6. Interfaces de usuario: los DSS suelen ser utilizados por personas que no tienen experiencia técnica o en el campo en el que se está tomando la decisión. Por lo tanto, es importante contar con interfaces de usuario intuitivas y fáciles de usar para que los usuarios puedan interactuar con el sistema de manera efectiva.
7. Expertos en el dominio: para desarrollar un DSS efectivo, se requiere una comprensión profunda del dominio y del problema que se está abordando. Es importante contar con expertos en el dominio que puedan aportar conocimientos y experiencia en la construcción del sistema.

#### **1.3.1.2. Recolección de datos**

En el trabajo de Orellana, Sánchez [19], se menciona que la forma para recolectar los datos son consideradas en las bases de datos online esto ayudara en el proceso de reunir información y observaciones para analizar y entender un problema o una situación.

La recolección de datos es una parte esencial de muchas investigaciones y estudios, ya que proporciona los datos necesarios para formular conclusiones y tomar decisiones informadas [20]. Existen muchas formas de recoger datos, incluyendo encuestas, entrevistas, observación directa y análisis de datos existentes. Al elegir la forma adecuada de recolección de datos [21], es importante tener en cuenta el propósito de la investigación, el tiempo y los recursos disponibles, y el tipo de información que se necesita obtener.

#### **1.3.1.3 . Preprocesamiento**

Los autores, Figueredo, León y Martínez [22], indican que un procesamiento es un proceso para llegar a algo más profundo es el proceso de organizar, analizar e interpretar los datos recogidos para obtener información útil y útil. Puede incluir la limpieza y el procesamiento de datos para eliminar errores o información irrelevante, así como la aplicación de técnicas estadísticas y analíticas para obtener conclusiones y respuestas a preguntas específicas. El procesamiento de datos es una parte esencial de muchas investigaciones y estudios, ya que proporciona la información necesaria para tomar decisiones informadas y formular conclusiones.

#### **1.3.1.4. Diseño de la Data**

Para Baodong [23], menciona que la preparación de los datos consta de algunos indicados como la identificación de objetos de minería y preprocesamiento de los datos. El diseño de datos de un DSS incluye tanto la estructura de la base de datos como los procesos de entrada, almacenamiento y recuperación de datos [24].

Algunos elementos clave a considerar al diseñar la data de un DSS son:

1. Fuentes de datos: es importante determinar qué fuentes de datos se utilizarán en el DSS y cómo se obtendrán esos datos.
2. Estructura de la base de datos: se debe decidir cómo se organizarán y almacenarán los datos en la base de datos del DSS.
3. Procesos de entrada de datos: es necesario establecer un proceso para ingresar y actualizar los datos en la base de datos del DSS.
4. Procesos de recuperación de datos: se deben establecer procesos para acceder y recuperar los datos de la base de datos del DSS de manera rápida y eficiente.
5. Seguridad de datos: es importante proteger la confidencialidad y la integridad de los datos almacenados en el DSS.

#### **1.3.1.5. Diseño del DSS**

Para Casanova, Martínez [25], un DSS fue desarrollado en los años 1970 por Scott Morton, el cual ayuda a crear o implementar decisiones utilizando datos y modelos, ayuda a mejorar la efectividad de las decisiones [26].

Algunos elementos clave a considerar al diseñar un DSS son:

1. Propósito y objetivos: es importante determinar el propósito del DSS y cómo se espera que ayude a la empresa a tomar decisiones más informadas y efectivas.
2. Usuarios: es necesario identificar quiénes serán los usuarios del DSS y cómo se espera que lo utilicen.
3. Fuentes de datos: es importante determinar qué fuentes de datos se utilizarán en el DSS y cómo se obtendrán esos datos.
4. Análisis y modelos: se deben seleccionar los análisis y modelos apropiados para el DSS y cómo se utilizarán para apoyar la toma de decisiones.

5. Interfaz de usuario: se debe diseñar una interfaz de usuario clara y fácil de usar para que los usuarios puedan acceder a la información y utilizar el DSS de manera efectiva.
6. Integración con otras herramientas y procesos: es importante considerar cómo el DSS se integrará con otras herramientas y procesos empresariales y cómo se utilizará para apoyar la toma de decisiones en el contexto de la empresa.

### **1.3.2. Rendimiento de Futbolistas**

#### **1.3.2.1. Posiciones de jugadores**

**Portero:** El portero representa un papel muy importante en el fútbol, ya que es el único jugador que puede tocar el balón con cualquier parte del cuerpo mientras este dentro de su área de portería. Su función principal es evitar que el balón ingrese en su portería y el equipo contrario pueda anotar un gol [27].

El portero tiene la responsabilidad de proteger su portería y tomar decisiones importantes en situaciones de ataque y defensa. Una de estas toma de decisiones es como distribuir el balón a sus compañeros para tener un buen ataque al equipo contrario.

**Línea defensiva:** La línea defensiva es el conjunto de jugadores que tienen la responsabilidad de defender su propio arco y evitar que el equipo contrario marque goles. Esta línea suele estar compuesta por cuatro o cinco jugadores, dependiendo del sistema táctico utilizado por el equipo [28].

La línea defensiva, incluye a los centrales, que son los jugadores que se encuentran en el centro de la defensa y tienen la tarea de proteger el arco y despejar cualquier pelota que entre en su área. También puede incluir a los laterales, que son los jugadores que se ubican a los lados de la defensa y tienen la misión de defender el flanco y evitar que el equipo contrario entre por los extremos [29].

La línea defensiva es una de las tres líneas que conforman un equipo de fútbol, junto con la línea medular y la línea atacante. Es una de las partes más importantes del equipo y su función es proteger la portería y evitar que el equipo contrario anote goles.

Defensa central: García [30], menciona que los defensas centrales también llamados zagueros o defensa libre o líbero centro en un juego de fútbol. El defensa libre no tiene una posición específica en el campo y se sitúa detrás de la línea defensiva, pero a veces también puede jugar por delante de ella para atacar. Su principal responsabilidad es cubrir a un compañero de la defensa en caso de que sea superado por un contrario.

**Defensa lateral izquierdo y derecho:** Según [31], Los defensores son encargados de tapan la subida o contragolpe de los rivales, los laterales izquierdo y derecho son jugadores de fútbol que juegan en la parte del campo situada a los lados. Su principal responsabilidad es proteger la línea defensiva de su equipo y evitar que el rival anote goles. Los defensores laterales también suelen participar en el ataque de su equipo y tratar de generar oportunidades de gol. En el fútbol, los defensores laterales suelen ser jugadores rápidos y ágiles que pueden cubrir grandes distancias y tienen un buen manejo del balón. Son jugadores de fútbol que tienen una gran capacidad física y que juegan en una posición donde se requiere que recorran constantemente la banda para atacar y el centro del campo para apoyar a sus compañeros. Estos jugadores también deben regresar a su posición defensiva cuando el rival lleva a cabo un ataque. Esta descripción podría aplicarse a cualquier posición en el campo que requiera un alto nivel de movilidad y resistencia física, como pueden ser los medios centros o los extremos.

### **Línea central**

**Mediocentro:** Los autores, Barrero, Gutiérrez y Prieto [32], indican que dejan que sus centrales rivales mantengan la posición del balón; por eso, los jugadores de fútbol juegan en el centro del campo, normalmente entre la defensa y el ataque. Su principal responsabilidad es conectar el juego de su equipo entre la defensa y el ataque y ayudar tanto en la fase defensiva como en la ofensiva. Los medios centros también suelen ser encargados de recuperar el balón y distribuirlo a los jugadores más adelantados. Por lo general, los medios centros son jugadores tácticamente inteligentes y con un buen manejo del balón. También suelen tener una buena capacidad física y resistencia, ya que deben recorrer grandes distancias durante el partido.

**Media punta:** Los jugadores de media punta son futbolistas que juegan en una posición en la que se sitúan entre el centro del campo y el ataque. Su principal responsabilidad es

crear oportunidades de gol y asistir a sus compañeros de ataque. Los jugadores de media punta también suelen participar en la fase defensiva de su equipo y ayudar a recuperar el balón, la creación de jugadas y en la finalización de ellas. Esto significa que debe ser un jugador especialmente habilidoso para realizar el último pase que permita a su equipo anotar un gol. Además, se espera que la media punta tenga una gran capacidad ofensiva, un buen remate y disparo a distancia.

**Mediocampista extremo:** En [33], se menciona que requiere de jugadores con mucha habilidad, como la capacidad de hacer regates, el mediocampista externo, una posición en el juego de fútbol que se sitúa pegada a la banda del campo. Los mediocampistas externos a veces se confunden con los extremos o los carrileros debido a sus similares responsabilidades en el campo. La principal labor del mediocampista externo es dar amplitud al campo y abrir el juego por las bandas, tratando de desbordar a la defensa rival para centrar el balón o hacer el último pase hacia el área de gol. Los centros son una de sus habilidades más destacadas y también suelen destacar por sus saques de falta o córneres.

## **Delanteros**

**Delantero centro:** Un delantero centro, una posición en el juego de fútbol que se sitúa muy adelantada en el campo y que tiene como principal responsabilidad anotar goles. Los delanteros centros deben tener una buena técnica de remate, velocidad y capacidad para romper líneas defensivas para tener éxito en esta posición. Se espera que los delanteros centros sean jugadores ofensivos y que no participen en la fase defensiva de su equipo. También deben tener las cualidades de buena puntería, reflejos rápidos, para que así puedan tener oportunidades de hacer un gol [34].

**Segunda punta:** El segundo delantero es una posición en el fútbol que se encuentra unos metros detrás del delantero y combina las funciones del delantero centro y la media punta. Tienen la habilidad de romper la línea del delantero, con una gran agilidad para disparar desde afuera y una gran movilidad para despegarse de la banda. A diferencia de la media punta, estos jugadores solo tienen responsabilidades ofensivas y su objetivo es anotar goles aprovechando los espacios para desmarcarse [35].

**Delantero extremo:** En [36], se menciona que los delanteros son atacantes que tiene mucha movilidad por los laterales del campo, también suelen tener un gran carácter ofensivo, ya que a menudo tienen que entrar en el área para anotar goles. A diferencia de los volantes, tienen la responsabilidad de atacar y crear oportunidades de gol para sus compañeros. Son jugadores rápidos y capaces de desbordar a la defensa enemiga y hacer pases y centros para que sus compañeros puedan rematar. Sus principales funciones son desestabilizar al equipo contrario y entrar en el área adversaria.

### **1.3.3. Inteligencia Artificial**

#### **1.3.3.1. Redes neuronales artificiales**

Las redes neuronales son un tipo de modelo de aprendizaje automático inspirado en el funcionamiento del cerebro humano. Estos modelos son capaces de aprender a partir de datos y realizar tareas específicas, como la clasificación, la predicción, el reconocimiento de patrones y la generación de texto, imágenes o sonido [37].

Las redes neuronales están compuestas por capas de neuronas artificiales que procesan y transforman los datos de entrada para producir una salida. Cada neurona recibe una entrada y produce una salida mediante una función de activación no lineal. Las conexiones entre las neuronas están ponderadas, lo que significa que la fuerza de la conexión se ajusta durante el proceso de aprendizaje para mejorar la precisión del modelo. Existen diferentes tipos de redes neuronales, como:

1. **Redes neuronales feedforward:** También conocidas como redes neuronales de propagación hacia adelante, son el tipo más simple de red neuronal [38]. Estas redes constan de capas de neuronas conectadas en una sola dirección, desde la entrada hasta la salida, sin la existencia de bucles, son utilizadas para tareas como la clasificación de imágenes y la predicción de series temporales [39].
2. **Redes neuronales convolucionales (CNN):** Las redes neuronales convolucionales son una variante de las redes neuronales feedforward que se utilizan principalmente para el procesamiento de imágenes y videos. Utilizan capas de convolución para extraer características de la imagen y reducir su

dimensionalidad, seguidas de capas de agrupamiento para disminuir el tamaño de los datos. También incluyen capas totalmente conectadas para la clasificación final [40].

3. Redes neuronales recurrentes (RNN): Las redes neuronales recurrentes son una clase de red neuronal que se utiliza para modelar datos secuenciales, como el lenguaje natural y el habla [41]. Tienen conexiones recurrentes que les permiten aprender de la historia y almacenar información en la memoria a corto y largo plazo. Utilizan una técnica llamada propagación hacia atrás a través del tiempo (BPTT) para entrenar la red [42].
4. Redes neuronales de memoria a largo plazo (LSTM): Las redes neuronales de memoria a largo plazo son una variante de las redes neuronales recurrentes que se utilizan para procesar secuencias de datos con una duración prolongada [43]. Utilizan células de memoria para almacenar y recuperar información relevante en diferentes momentos del tiempo, evitando el problema del desvanecimiento del gradiente que puede surgir en las redes neuronales recurrentes tradicionales.
5. Redes neuronales generativas adversarias (GAN): Las redes neuronales generativas adversarias son un tipo de red neuronal que se utiliza para generar nuevos datos a partir de un conjunto existente de datos de entrenamiento [44]. Consisten en dos redes neuronales que se entrenan en conjunto: una red generadora que crea nuevas muestras y una red discriminadora que evalúa la calidad de las muestras generadas. Estas redes se utilizan en tareas como la síntesis de imágenes y el procesamiento del habla.

Las redes neuronales han demostrado ser muy efectivas en diversas aplicaciones, como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento de lenguaje natural, la detección de fraudes, la predicción de enfermedades y el control de robots y vehículos autónomos, entre otros



### 1.3.3.2. Librerías

**Numpy:** Es una biblioteca de Python que se utiliza para trabajar con matrices y vectores de manera eficiente. Esta biblioteca se utiliza comúnmente para la computación científica y matemática debido a su capacidad para realizar cálculos numéricos complejos y rápidos. NumPy es una herramienta esencial en la ciencia de datos y el aprendizaje automático, ya que se utiliza para realizar operaciones en grandes conjuntos de datos y para construir algoritmos de aprendizaje automático [45].

En NumPy, la matriz multidimensional es el objeto básico de trabajo, y proporciona una amplia variedad de funciones y operaciones matemáticas y estadísticas para manipular los datos contenidos en estas matrices [46].

**Pandas:** Pandas es una biblioteca de Python utilizada para el análisis y manipulación de datos. Pandas es una herramienta muy potente que permite realizar tareas de limpieza, transformación, manipulación y análisis de datos de forma rápida y sencilla. Algunas de sus características más destacadas incluyen la capacidad de trabajar con grandes conjuntos de datos, la integración con otras bibliotecas de Python como NumPy y Matplotlib, y la capacidad de manejar datos de diferentes formatos, como archivos CSV, bases de datos y hojas de cálculo excel [47].

**Matplotlib:** Es una biblioteca de visualización de datos en Python, que permite crear gráficos y visualizaciones de alta calidad [48]. Proporciona una amplia variedad de gráficos, incluyendo gráficos de líneas, de dispersión, de barras, de torta, de histogramas y más. Además, ofrece herramientas para personalizar y ajustar las visualizaciones para adaptarse a las necesidades específicas de cada usuario [49].

**Tensorflow:** Es una biblioteca de software de código abierto desarrollada por Google para la programación de modelos de aprendizaje automático, en particular de redes neuronales [50]. Puede construir y entrenar modelos de aprendizaje automático utilizando una variedad de técnicas, como redes neuronales, árboles de decisión, clasificadores de vectores de soporte y más.

**Keras:** Es una biblioteca de redes neuronales de código abierto escrita en Python que facilita la creación y entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo [51]. Proporciona una interfaz de programación de aplicaciones (API) simple y coherente para la creación de modelos de aprendizaje profundo, lo que facilita la experimentación y el prototipado rápido.

Se enfoca en la creación de modelos de redes neuronales convolucionales (CNN), recurrentes (RNN) y combinaciones de ambas, y cuenta con una amplia variedad de capas y funciones de activación que facilitan la construcción de arquitecturas de red complejas. También ofrece una gran flexibilidad en la elección del optimizador, la función de pérdida y las métricas de evaluación [52].

#### 1.4. Antecedentes Contextuales

En este trabajo se analizará el rendimiento de futbolistas para la toma de decisiones, tomando en consideración las diferentes técnicas tales como: mapa de calor, gráficos de radar, histogramas, aplicados en los futbolistas de un equipo local. Además, contara con una red neuronal que ayudara automatizar el DSS para seleccionar a los mejores once jugadores por su más alto rendimiento, tiene diferencias de otros softwares, esta propuesta de DSS, el cual se le denomina shadowFut cuenta con algunas funcionalidades, como se observa en la tabla 4:

**Tabla 4:** Comparación de Softwares

Otros Softwares	Software ShadowFut
TacticalPad: personaliza los equipos en una pizarra táctica pero no crea perfil de jugador	Permitirá seleccionar a los once jugadores por su mas alto nivel mediante una red neuronal
Bcoach: permite seleccionar a los jugadores manualmente.	Mostrara las estadísticas de los jugadores mediante gráficos radar
KLIPDRAW ANIMATE: ayuda a analizar los errores del partido mediante video.	

##### 1.4.1. Ámbito de aplicación

En este trabajo se planteó diseñar una red neuronal para elegir los 11 jugadores titulares del club Orense SC con el propósito de evaluar su rendimiento en los siguientes KPI's: velocidad, resistencia, definición, posición, donde se realizaron pruebas del rendimiento

de cada jugador una sin la aplicación de la tecnología GPS [53], que se encuentra en el anexo 1 y otra aplicando la tecnología GPS, para obtener el resultado de la data obteniendo los KPI's necesarios para el entrenamiento de la red neuronal.

#### **1.4.2. Establecimiento de requerimientos**

La organización Orense SC tiene la necesidad de evaluar el rendimiento de los jugadores basado en datos recolectados en partidos. Tomando en consideración la implementación de sensores GPS para obtener el rendimiento de los jugadores (**ver el anexo 2**). El prototipo con base en extraer los datos, depurarlos para eliminar elementos vacíos o duplicados y establecer los 11 titulares referente a su máximo nivel por medio de una red neuronal, además de la implementación del prototipo en un entorno real.

## 2. CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

### 2.1. Definición del prototipo

En este trabajo, el prototipo consta de un modelo de predicción para determinar los 11 mejores jugadores y 11 mejores suplentes que ayudara al club a llevar mejor los campeonatos, se puede resumir en la figura 7:

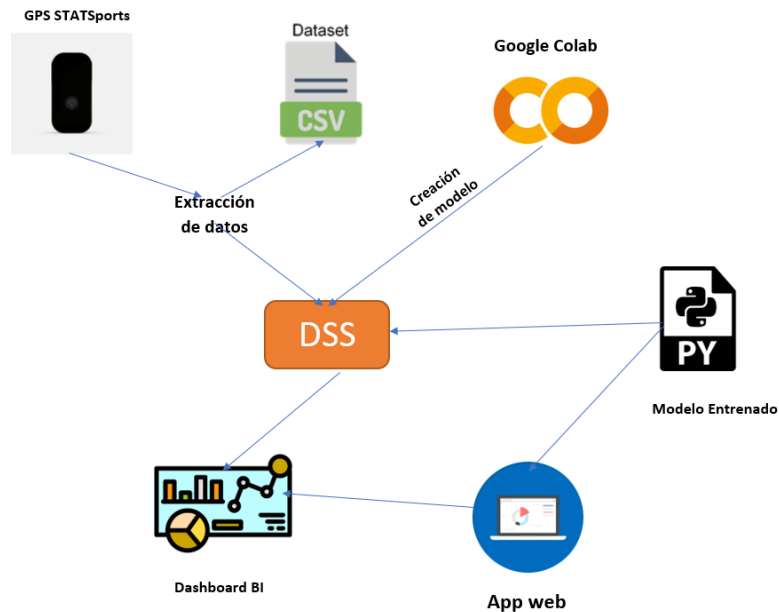


Figura 7: Arquitectura de entrenamiento del modelo

### 2.2. Metodología de desarrollo del prototipo

#### 2.2.1. Enfoque, alcance y diseño de investigación

##### Enfoque del estudio

Este trabajo tiene como enfoque la investigación cuantitativa, ya que requiere recopilar datos del club Orense SC, para ser evaluados a través de una red neuronal, la cual proporciona recomendaciones para una buena toma de decisiones.

##### Alcance de la investigación

La investigación se enfocó en un análisis descriptivo, porque se estudian las variables, indicadores, y todo por medio de un dashboard para apoyar la toma de decisiones en el club Orense SC.

## **Diseño de la investigación**

El diseño de este trabajo es cuasiexperimental, debido a que previamente se centra en datos recolectados no aleatorios de toda la población de jugadores de club Orense SC. Este proceso de selección se llevó a cabo al inicio de la investigación y se planificó en el diseño de esta para la toma de decisiones con el rendimiento de los futbolistas.

### **2.2.2. Unidades de análisis**

#### **Población (universo)**

La población utilizada en la siguiente investigación será de los 32 futbolistas de primera división de Orense SC (**ver el anexo 3**).

### **2.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos**

Para este trabajo, se utilizará las técnicas de observación y análisis de datos. Estas técnicas se aplicaron de manera estratégica durante los procesos de prueba y permitirles recopilar los datos obtenidos del club Orense SC.

**Tabla 5:** Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento</b>
Observación	Guía de observación para la revisión y recolección de datos en el que se evaluará la eficiencia, estabilidad y fiabilidad a través del uso de la tecnología GPS STATSports [54].

### **2.2.4. Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados**

Las técnicas de redes neuronales, procesamiento y análisis de datos serán aplicadas mediante el uso de gráficos de barras, histogramas y diagramas de dispersión, con el objetivo de analizar los resultados obtenidos del sensor GPS.

### **2.2.5. Metodología o métodos específicos**

La metodología para el desarrollo del prototipo de este trabajo se ha seleccionado en base de las mejores prácticas de KDD. A continuación, se describe las fases principales:

- **Identificación de la fuente de datos:** es importante determinar dónde se encuentran los datos relevantes para la investigación, ya sea a través de bases de datos oficiales, plataformas de análisis de datos o incluso recopilando datos manualmente.
- **Limpieza y preprocesamiento de los datos:** es necesario asegurarse de que los datos estén en un formato adecuado y limpio para su análisis. Esto puede incluir la eliminación de datos faltantes o incorrectos, la transformación de variables y la normalización de los datos.
- **Análisis exploratorio de los datos:** a continuación, se pueden realizar análisis exploratorios para obtener una primera visión de los datos y comprender cómo están distribuidos y relacionados entre sí. Esto puede incluir la visualización de gráficos y tablas, el cálculo de estadísticas básicas y el análisis de correlaciones entre variables.
- **Diseño de modelos de predicción:** una vez que se tiene una comprensión adecuada de los datos, se pueden utilizar técnicas de aprendizaje automático para entrenar modelos que permitan hacer predicciones sobre aspectos relevantes del fútbol, como el resultado de un partido o el rendimiento de un jugador.
- **Validación y evaluación de los modelos:** finalmente, es importante evaluar la precisión y el rendimiento de los modelos entrenados, y realizar ajustes y mejoras en caso de ser necesario.

### 2.2.6. Herramientas y/o Materiales

**Tabla 6:** Herramientas y/o Materiales

Categoría	Herramientas y/o materiales
Software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excel</li> <li>• Visual studio code</li> <li>• Google Colab</li> </ul>
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laptop</li> </ul>
Datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dataset de datos de los futbolistas</li> </ul>

## **2.3. Desarrollo del prototipo**

### **2.3.1. Diseño del prototipo**

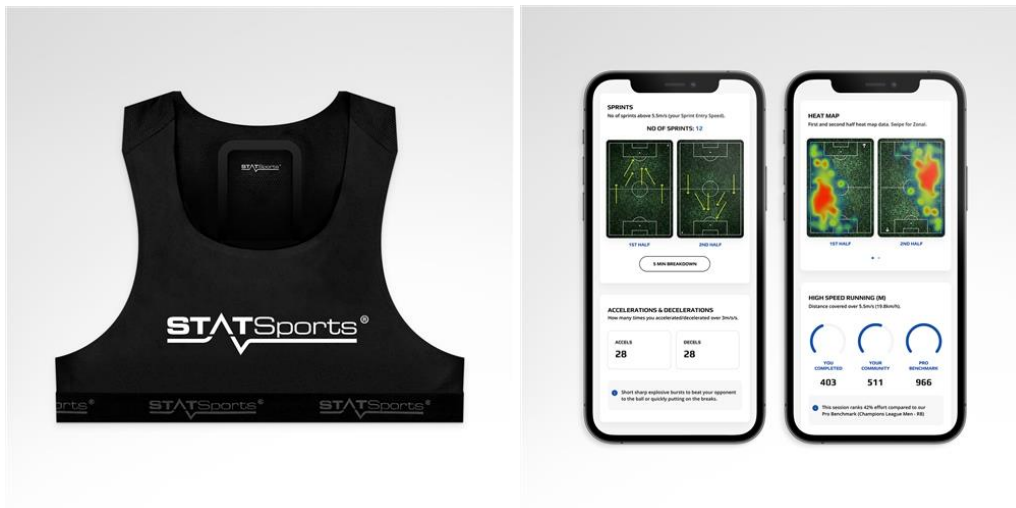
El prototipo se divide en dos etapas. La primera se enfoca en realizar pruebas con la información adquirida a través del sensor GPS STATSports [54] y así evaluar la eficacia del modelo de aprendizaje, se utilizarán los KPI's, que son métricas como posición, velocidad, resistencia y definición. Estas métricas ayudarán a seleccionar a los once titulares más adecuados para los partidos y permitirán guardar el archivo .py en Python. Esta información se utilizará para desarrollar la segunda parte, que consiste en crear una interfaz web donde se mostrarán los resultados de la predicción de los jugadores con el mayor nivel para los campeonatos en un dashboard.

### **2.3.2. Diseño del modelo Predictivo**

El diseño del modelo se realizó en Google colab, que define el modelo de red neuronal y la predicción de los jugadores. Teniendo en cuenta la metodología KDD se utiliza para descubrir patrones y conocimientos útiles a partir de grandes conjuntos de datos. Se compone de diversas etapas las cuales son las siguientes:

#### **2.3.2.1. Identificación de la fuente de datos**

Se extrajeron los datos de los jugadores del sensor GPS STATSports, el cual proporcionó información detallada sobre el rendimiento de los jugadores durante los partidos y entrenamientos. Los datos obtenidos incluyen métricas como; la velocidad, la distancia recorrida, la aceleración, la posición en el campo y la frecuencia cardíaca, entre otras. Estos datos son esenciales para la toma de decisiones informadas en el mundo del deporte, permitiendo a entrenadores y equipos mejorar el desempeño de los jugadores y maximizar su potencial. Gracias a la tecnología GPS y la disponibilidad de sensores avanzados, se puede realizar un análisis más preciso y detallado del rendimiento de los jugadores en el campo como lo podemos apreciar en la Figura 8.



**Figura 8:** Utilización se sensor

Una vez analizados los datos, se procedió a extraerlos en un archivo de Excel que seria la data de todos los jugadores con sus respectivas métricas como se puede apreciar en la figura 9.

Jugador	Pais	Posc	Edad	PJ	Titular	Minut	90 s	Gls.	Ass	G+A	G-TP	TP	TPint	TA	TR	veloc	resist
Marcos Acosta	PAR	DF	30	29	29	2,592	28.8	2	0	2	2	0	0	3	0	90	9
Rolando Silva	ECU	PO	26	29	29	2,525	28.1	0	0	0	0	0	0	5	1	75	8
Gabriel Achilier	ECU	DF	36	28	28	2,52	28.0	1	0	1	1	0	0	11	0	90	9
Leonardo Villagra	PAR	DL	31	29	24	2,099	23.3	10	2	12	7	3	6	3	0	80	7
Oscar Quinonez	ECU	DF	20	25	23	1,997	22.2	0	2	2	0	0	0	7	1	90	9

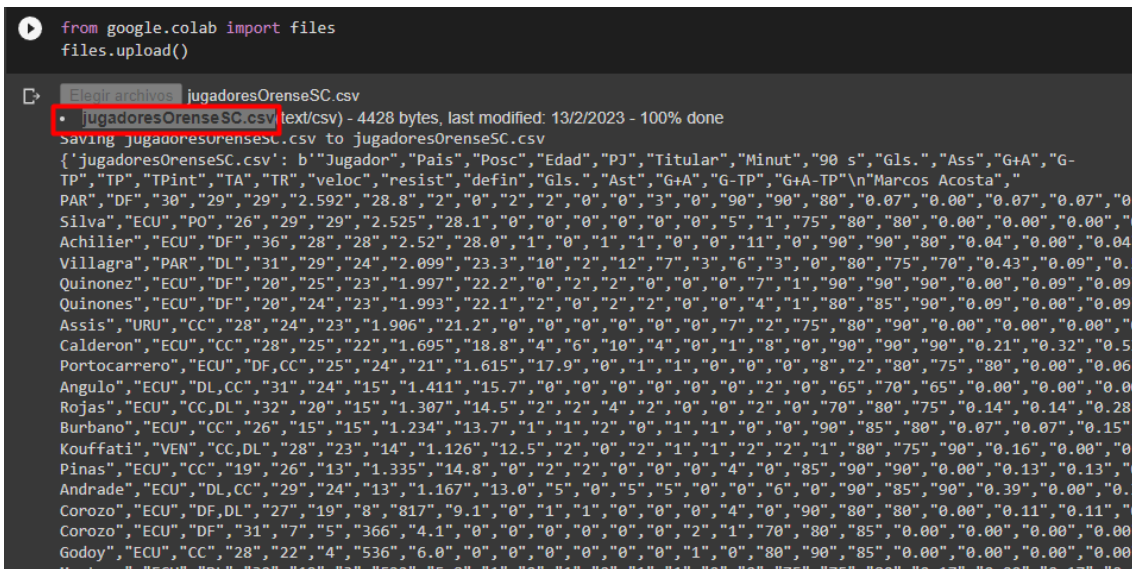
**Figura 9:** Dataset de los jugadores de Orense SC

### 2.3.2.2. Limpieza y preprocesamiento de los datos

Una vez que se extrajeron los datos de los jugadores del sensor GPS STATSports, se procedió a limpiar los datos para garantizar su calidad y precisión. La limpieza de los datos implica la identificación y corrección de errores y valores atípicos, la eliminación de duplicados y la estandarización de los datos en un formato común. Este proceso es crucial para evitar sesgos y errores en los análisis posteriores y garantizar que las decisiones se basen en datos confiables y precisos. La limpieza de datos puede ser un proceso complejo y requiere herramientas y técnicas adecuadas para lograr una limpieza efectiva la cual se presenta en las siguientes figuras.

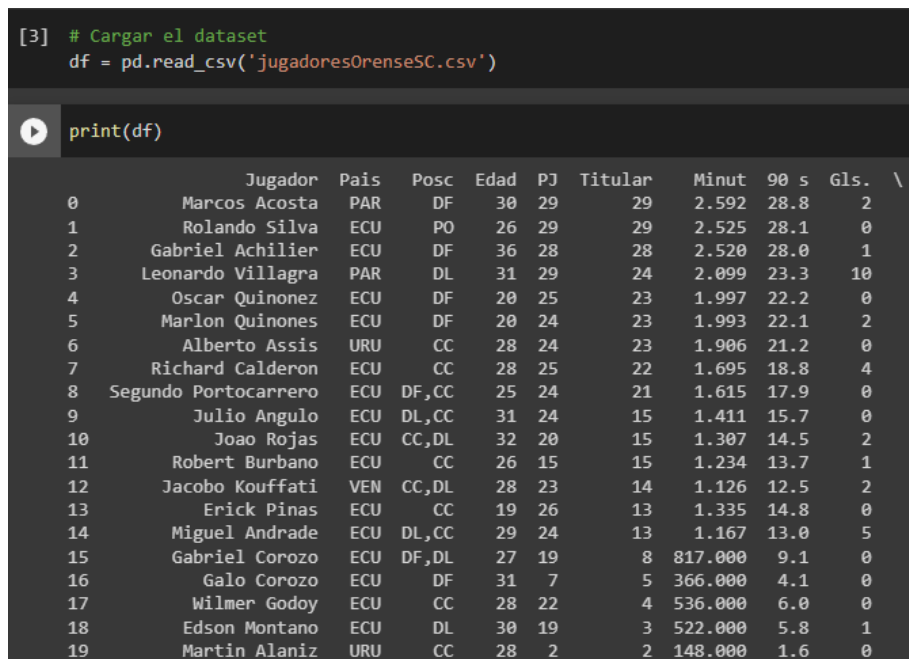


Se realizó la importación de la data en Google colad como se puede apreciar en la figura 10.



**Figura 10:** Importación de los datos a la nube

Luego cargamos la data importada y la visualizamos para verificar y realizar el procesamiento como lo podemos ver en la figura 11.



**Figura 11:** Cargar la data

Una vez mostrados los datos extraídos y revisados para ver si contienen archivos varios o duplicados, se procede con la eliminación de estos datos como se presenta en la figura 12.

```
[4] # Eliminar cualquier fila con valores faltantes (NaN)
     df = df.dropna()

[5] # Eliminar cualquier fila duplicada
     df = df.drop_duplicates()
```

**Figura 12:** Eliminación de datos duplicados y vacíos.

Una vez que se completó el proceso de limpieza, se procede a guardar el archivo limpio el cual será utilizados para el análisis y el diseño del modelo de predicción, como se muestra en la figura 13.

```
[8] # Guardar el archivo limpio
     df.to_csv('datosprueba.csv', index=False)
```

**Figura 13:** Guardar el archivo Limpio

### 2.3.2.3. Análisis exploratorio de los datos

Después de la limpieza de los datos extraídos del sensor GPS STATSports, se procedió al análisis de los mismos. Este análisis se centró en identificar patrones y tendencias en los datos, y en extraer conocimientos útiles a partir de ellos. Las técnicas utilizadas en el análisis de datos fueron:

1. Obtener un resumen estadístico de las variables numéricas del dataset.

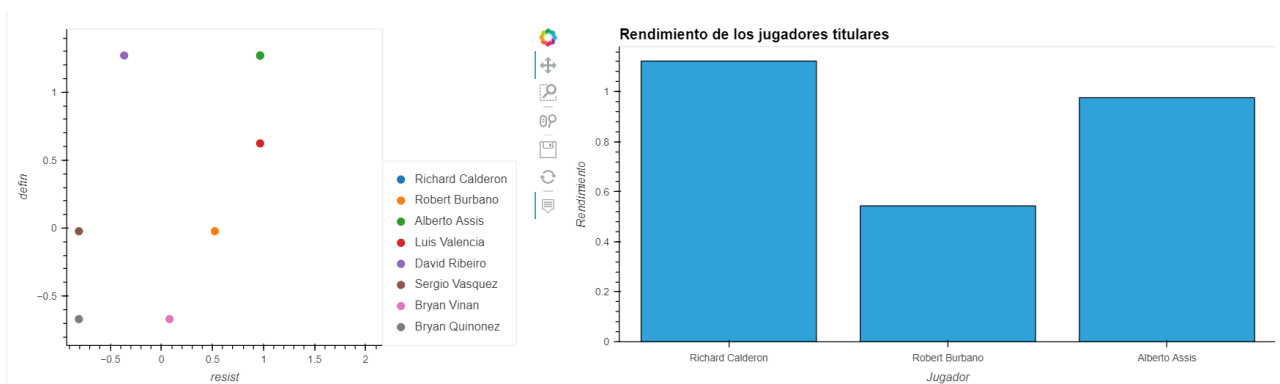
```
# Obtener un resumen estadístico de las variables numéricas del dataset
print(df.describe())
```

	Edad	PJ	Titular	Minut	90 s	Gls.
count	31.000000	31.000000	31.000000	31.000000	31.000000	31.000000
mean	24.903226	14.967742	10.645161	96.339419	10.564516	0.967742
std	5.198428	11.130989	10.597322	197.276689	9.932792	2.089400
min	17.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
25%	20.000000	2.000000	0.000000	1.373000	1.100000	0.000000
50%	26.000000	19.000000	8.000000	2.520000	9.100000	0.000000
75%	28.500000	24.000000	21.500000	98.000000	18.350000	1.000000
max	36.000000	29.000000	29.000000	817.000000	28.800000	10.000000

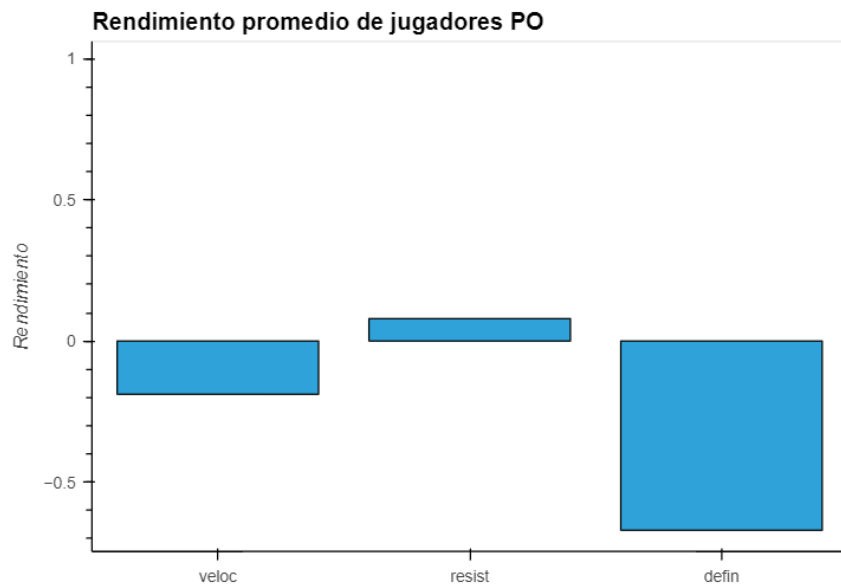
  

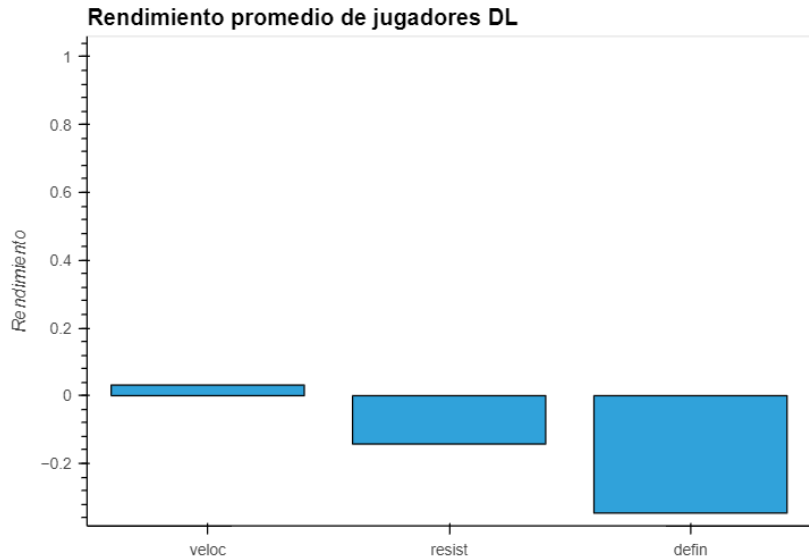
	Ass	G+A	G-TP	TP	...	TA	TR
count	31.000000	31.000000	31.000000	31.000000	...	31.000000	31.000000
mean	0.548387	1.516129	0.774194	0.193548	...	2.580645	0.290323
std	1.233929	2.838673	1.687398	0.601074	...	3.085171	0.588419
min	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	...	0.000000	0.000000
25%	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	...	0.000000	0.000000
50%	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	...	2.000000	0.000000
75%	0.500000	2.000000	0.500000	0.000000	...	4.000000	0.000000
max	6.000000	12.000000	7.000000	3.000000	...	11.000000	2.000000

2. Graficar un histograma y dispersión del rendimiento de jugadores por posición.



3. Graficar un diagrama de barras del rendimiento promedio de jugadores por posición.





- Graficar un mapa de calor de la matriz de correlación entre las variables numéricas.

```
# Graficar un mapa de calor de la matriz de correlación entre las variables numéricas
corr = df.corr()
sns.heatmap(corr, annot=True, cmap='coolwarm')
plt.show()
```

	Edad	Pl	Titular	Minut	90 s	Gls	Ass	G+A	G+TP	TPint	TA	TR	veloc	resist	defin	Gls..1	Ass	G+A.1	G+TP.1	G+A-TP	
Edad	1.0	0.61	0.52	0.15	0.4	0.14	0.36	0.29	0.29	0.43	0.05	0.52	0.0	0.44	0.19	0.38	0.34	0.6	0.1	0.38	0.48
Pl	0.61	1.0	0.36	0.05	0.45	0.37	0.49	0.46	0.3	0.3	0.35	0.49	0.24	0.57	0.51	0.43	0.48	0.5	0.39	0.1	0.43
Titular	0.52	0.36	1.0	0.9	0.42	0.37	0.47	0.45	0.2	0.6	0.46	0.59	0.70	0.56	0.59	0.42	0.57	0.42	0.57	0.43	
Minut	0.15	0.05	0.9	1.0	0.75	0.11	0.39	0.31	0.07	0.59	0.06	0.07	0.0	0.0	0.11	0.19	0.22	0.1	0.19	0.22	
90 s	0.4	0.45	0.42	0.75	1.0	0.42	0.54	0.45	0.22	0.7	0.41	0.39	0.49	0.53	0.43	0.4	0.56	0.41	0.56	0.41	
Gls	0.14	0.37	0.37	0.11	0.42	1.0	0.49	0.73	0.56	0.25	0.24	0.3	0.65	0.3	0.67	0.69	0.4	0.7	0.4	0.7	
Ass	0.36	0.49	0.47	0.39	0.54	0.49	1.0	0.46	0.51	0.42	0.3	0.31	0.55	0.35	0.59	0.5	0.4	0.7	0.4	0.7	
G+A	0.29	0.46	0.4	0.4	0.49	0.4	0.46	1.0	0.3	0.3	0.3	0.31	0.55	0.35	0.59	0.5	0.4	0.7	0.4	0.7	
G+TP	0.29	0.46	0.4	0.4	0.49	0.4	0.46	0.3	1.0	0.3	0.3	0.31	0.55	0.35	0.59	0.5	0.4	0.7	0.4	0.7	
TPint	0.43	0.48	0.57	0.07	0.7	0.11	0.67	0.12	0.35	1.0	0.49	0.44	0.25	0.29	0.6	0.38	0.44	0.4	0.38	0.44	
TA	0.05	0.35	0.4	0.07	0.4	0.1	0.29	0.18	0.07	0.4	1.0	0.04	0.22	0.1	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
TR	0.52	0.49	0.6	0.59	0.43	0.25	0.24	0.3	0.3	0.31	0.49	1.0	0.68	0.1	0.68	0.1	0.68	0.1	0.68	0.1	
veloc	0.0	0.44	0.19	0.0	0.44	0.19	0.38	0.29	0.29	0.43	0.05	0.52	1.0	0.44	0.19	0.38	0.29	0.29	0.43	0.05	
resist	0.44	0.57	0.51	0.19	0.44	0.19	0.38	0.29	0.29	0.43	0.05	0.52	0.44	1.0	0.44	0.19	0.38	0.29	0.29	0.43	
defin	0.19	0.51	0.59	0.11	0.44	0.19	0.38	0.29	0.29	0.43	0.05	0.52	0.19	0.44	1.0	0.19	0.38	0.29	0.29	0.43	
Gls..1	0.6	0.5	0.42	0.19	0.56	0.4	0.57	0.42	0.57	0.43	0.38	0.68	0.44	0.68	0.44	1.0	0.6	0.5	0.42	0.19	
Ass	0.34	0.48	0.47	0.39	0.54	0.49	0.46	0.51	0.42	0.3	0.31	0.55	0.35	0.59	0.5	0.4	1.0	0.34	0.48	0.47	
G+A.1	0.29	0.46	0.4	0.4	0.49	0.4	0.46	0.3	0.3	0.31	0.49	0.68	0.35	0.59	0.5	0.4	0.34	1.0	0.34	0.48	
G+TP.1	0.29	0.46	0.4	0.4	0.49	0.4	0.46	0.3	0.3	0.31	0.49	0.68	0.35	0.59	0.5	0.4	0.34	0.48	1.0	0.34	
G+A-TP	0.43	0.48	0.57	0.07	0.7	0.11	0.67	0.12	0.35	0.4	0.49	0.44	0.25	0.29	0.6	0.38	0.44	0.4	0.38	0.44	

- Visualizar los valores únicos y la cantidad de ocurrencias para la variable categórica "velocidad, resistencia y definición,".

```

[21] # Visualizar los valores únicos y la cantidad de ocurrencias para la variable categórica "ciudad"
print(df['veloc'].value_counts())

90    9
80    6
65    6
75    4
85    3
70    2
60    1
Name: veloc, dtype: int64

# Visualizar los valores únicos y la cantidad de ocurrencias para la variable categórica "ciudad"
print(df['resist'].value_counts())

80    8
90    7
75    7
70    5
85    3
60    1
Name: resist, dtype: int64

```

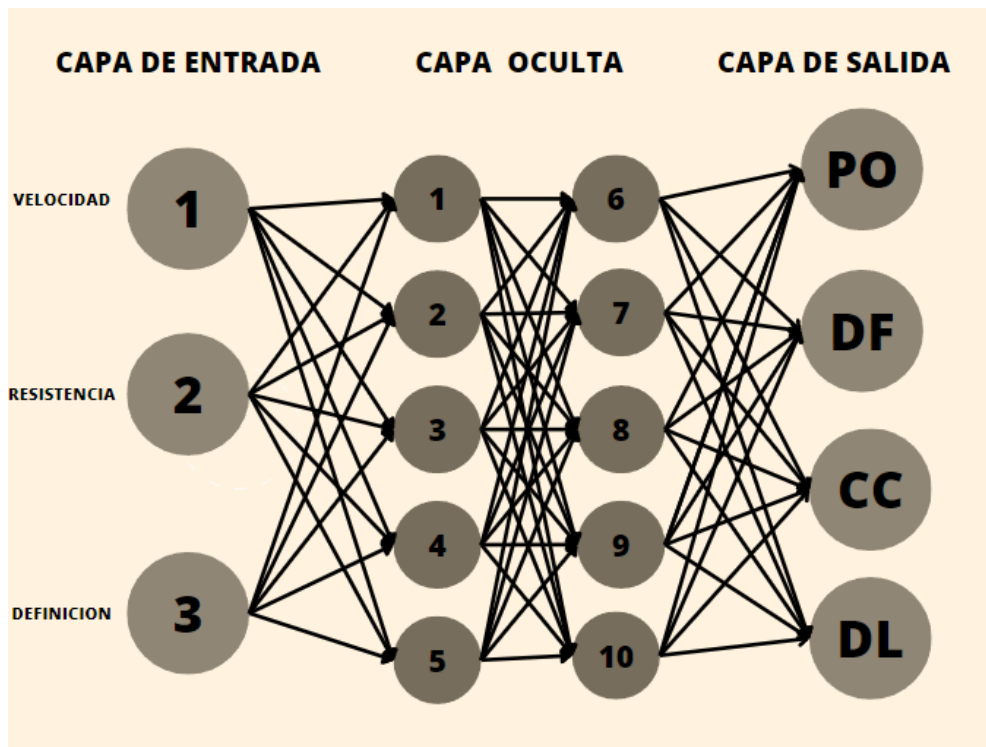
```

[19] # Visualizar los valores únicos y la cantidad de ocurrencias para la variable categórica "ciudad"
print(df['defin'].value_counts())

90    11
80    8
75    7
85    3
70    1
65    1
Name: defin, dtype: int64

```

### 2.3.2.4. Diseño de modelos de predicción



**Figura 14:** Grafica RNA

Fuente: Autor

En cuanto a la definición del modelo, se utiliza una red neuronal densa de tres capas. La primera capa, Dense (3, input\_shape= (3,), activation='relu'), tiene 3 neuronas y recibe como entrada un tensor de dimensión (3,), que representa las variables de entrada del modelo (velocidad, resistencia y definición). La capa utiliza la función de activación ReLU para agregar no linealidad a la red.

La segunda capa, Dense (5, activation='relu'), tiene 5 neuronas y utiliza la función de activación ReLU. Esta capa actúa como una capa oculta, extrayendo características de las variables de entrada.

Finalmente, la tercera capa, Dense (4, activation='softmax'), tiene 4 neuronas y utiliza la función de activación softmax. Esta capa produce la salida del modelo, que representa las probabilidades de que el jugador pertenezca a cada una de las cuatro posiciones (PO, DF, CC, DL).

En cuanto a la predicción de las posiciones de los jugadores, el código utiliza la función predict () del modelo para predecir la probabilidad de que un nuevo jugador pertenezca a cada una de las cuatro posiciones. Luego, se selecciona la posición con la probabilidad más alta como la posición predicha para el jugador. El modelo utiliza tres capas: una capa de entrada con 3 neuronas, una capa oculta con 10 neuronas y una capa de salida con 4 neuronas. La función de activación ReLU se utiliza en las dos primeras capas, mientras que la función de activación softmax se utiliza en la capa de salida.

```

1/1 [=====] - 0s 239ms/step - loss: 1.5217 - accuracy: 0.3333
Accuracy: 33.33
Titulares:
   Jugador   veloc   resist   defin   CC   DF   DL   PO
1   Rolando Silva -0.188422  0.967036 -0.023094  0  0  0  1
4   Oscar Quinonez 1.130534  0.967036  1.270171  0  1  0  0
0   Erick Plusas 1.130534  0.967036 -0.023094  0  1  0  0
2   Gabriel Achilier 1.130534  0.967036 -0.023094  0  1  0  0
15  Facundo Queiroz 1.130534  0.079265 -0.023094  0  1  0  0
7   Richard Calderon 1.130534  0.967036  1.270171  1  0  0  0
6   Alberto Assis 0.690882  0.967036  1.270171  1  0  0  0
11  Robert Burbano 1.130534  0.523151 -0.023094  1  0  0  0
21  Dani Coronel 1.130534  0.967036  1.270171  0  0  1  0
14  Miguel Andrade 1.130534  0.523151  1.270171  0  0  1  0
3   Rodrigo Rivas 0.251230 -0.364620 -1.316359  0  0  1  0
-----
Suplentes:
   Jugador   veloc   resist   defin   CC   DF   DL   PO
24  Lenin Usca -0.188422  0.079265 -0.669726  0  0  0  1
5   Marlon Quinones 0.251230  0.523151  1.270171  0  1  0  0
16  Andres Garcia -0.628074  0.079265  0.623538  0  1  0  0
8   Andy Burbano 0.251230 -0.364620 -0.023094  0  1  0  0
27  Jhoiner Estrada -0.188422 -0.364620 -0.023094  0  1  0  0
12  David Ribeiro 0.251230 -0.364620  1.270171  1  0  0  0
17  Luis Valencia 0.251230  0.967036  0.623538  1  0  0  0
13  Sergio Vasquez -0.188422 -0.808506 -0.023094  1  0  0  0
19  Cristhian Solano -0.188422  0.079265  0.623538  0  0  1  0
18  Cristian Martinez 0.251230  0.967036 -0.023094  0  0  1  0
9   Raul cedillo -1.067726 -0.808506 -1.962991  0  0  1  0

```

**Figura 15:** Resultados de la red neuronal

### 2.3.2.5. Validación y evaluación de los modelos

Una vez que se ha realizado el análisis de datos y se ha desarrollado un modelo de aprendizaje automático, es importante realizar la validación y evaluación del modelo para garantizar su precisión y eficacia. La validación del modelo implica probar el modelo con datos diferentes a los utilizados para su entrenamiento, con el fin de evaluar su capacidad para generalizar a nuevos datos. La evaluación del modelo implica la medición de su rendimiento, utilizando métricas específicas que varían dependiendo del problema específico que se está abordando.

## 2.4. Ejecución del prototipo

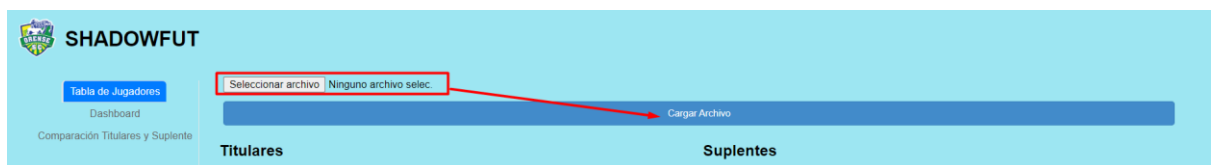
### 2.4.1. Desarrollo del APP web

Se ha desarrollado e implementado una aplicación web con el propósito de anticipar la alineación óptima de los once titulares principales y suplentes para un partido. Asimismo, se han integrado las estadísticas relevantes en un panel informativo utilizando el marco de trabajo Hologram Panel[55], permitiendo una visualización eficiente y comprensible de los datos.

#### a) Página Inicial de la aplicación web

La página de inicio presenta de manera concisa la premisa fundamental de la aplicación: la capacidad de anticipar con precisión la alineación ideal de los once titulares y suplentes para un partido. A medida que los usuarios navegan por la página, se les invita a explorar más a fondo utilizando elementos visuales atractivos y llamativos.

En la parte superior de la página, destaca un menú de navegación que proporciona acceso rápido a las diferentes secciones clave de la aplicación, facilitando la exploración y la interacción fluida.

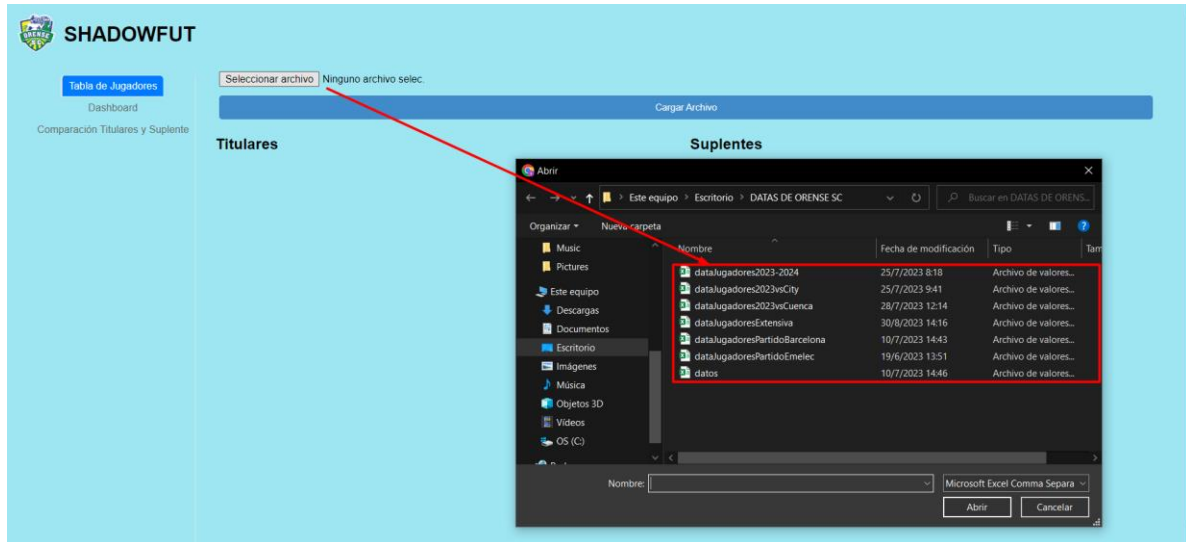


**Figura 16:** Pagina inicial

#### b) Selección de los datos de los jugadores

La sección de selección de datos, accesible a través del botón "Cargar Archivo", ha sido diseñada para proporcionar a los usuarios un proceso fluido y sencillo para cargar y gestionar la información esencial para la predicción de alineaciones.

Al hacer clic en el botón "Cargar Archivo", los usuarios son guiados de manera clara a través de un proceso paso a paso que les permite seleccionar y subir archivos relevantes, como datos históricos de jugadores y estadísticas de partidos. Un sistema de carga eficiente y seguro garantiza la integridad de los datos y su privacidad.



**Figura 17:** selección de los datos de los jugadores

### c) **Tabla de los once Titulares Y suplentes**

En esta sección, los usuarios pueden explorar de manera interactiva la alineación propuesta, que ha sido generada utilizando modelos de redes neuronales entrenados en datos históricos y estadísticas relevantes. La presentación de los jugadores se realiza de manera clara y estructurada, proporcionando información esencial como nombres, posiciones y perfiles individuales. Cada selección de jugador se acompaña de métricas y puntuaciones clave, respaldadas por datos cuantitativos y análisis comparativos. Los usuarios pueden examinar de cerca los factores que influyen en la elección de cada jugador.



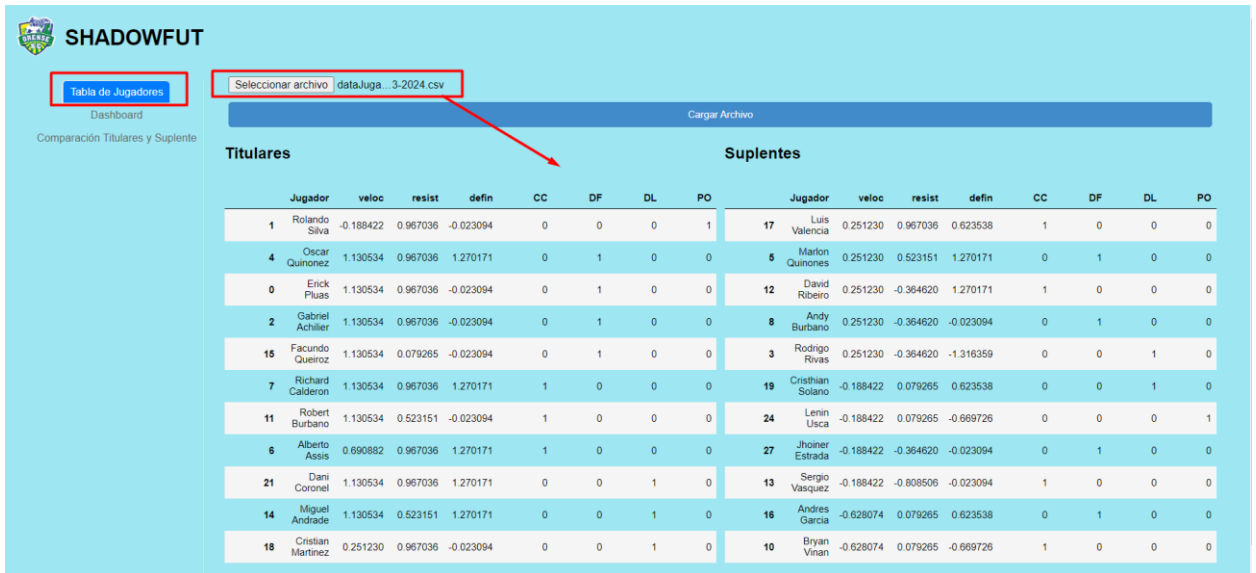
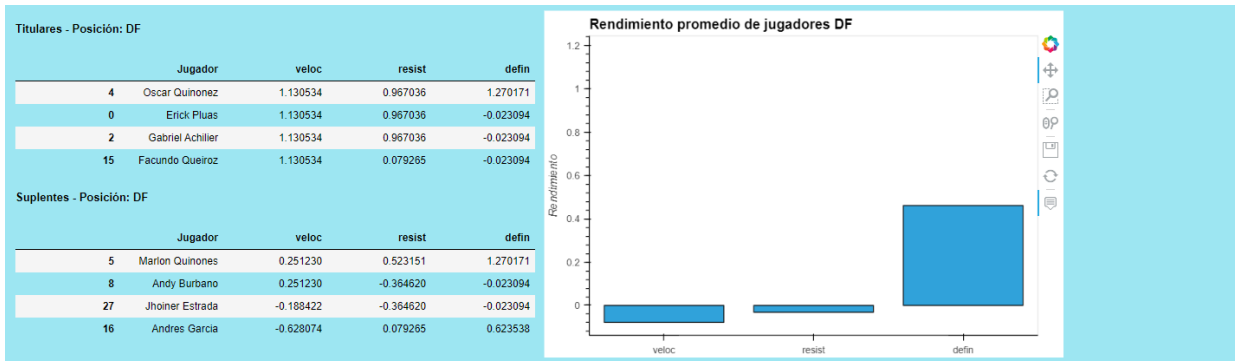


Figura 18: Tabla de la predicción de los mejores 11 Titulares y Suplentes

#### d) Dashboard del rendimiento por posición

El "Dashboard de Rendimiento por Posición" proporciona una vista panorámica y detallada del desempeño individual de los jugadores en función de sus posiciones específicas en el campo. A través de una representación visual y altamente informativa, este panel permite a los usuarios comprender y analizar de manera efectiva las contribuciones y habilidades de cada jugador en diferentes roles tácticos. Cada sección del dashboard está dedicada a una posición específica, lo que permite a los usuarios concentrarse en los detalles relevantes para su análisis.

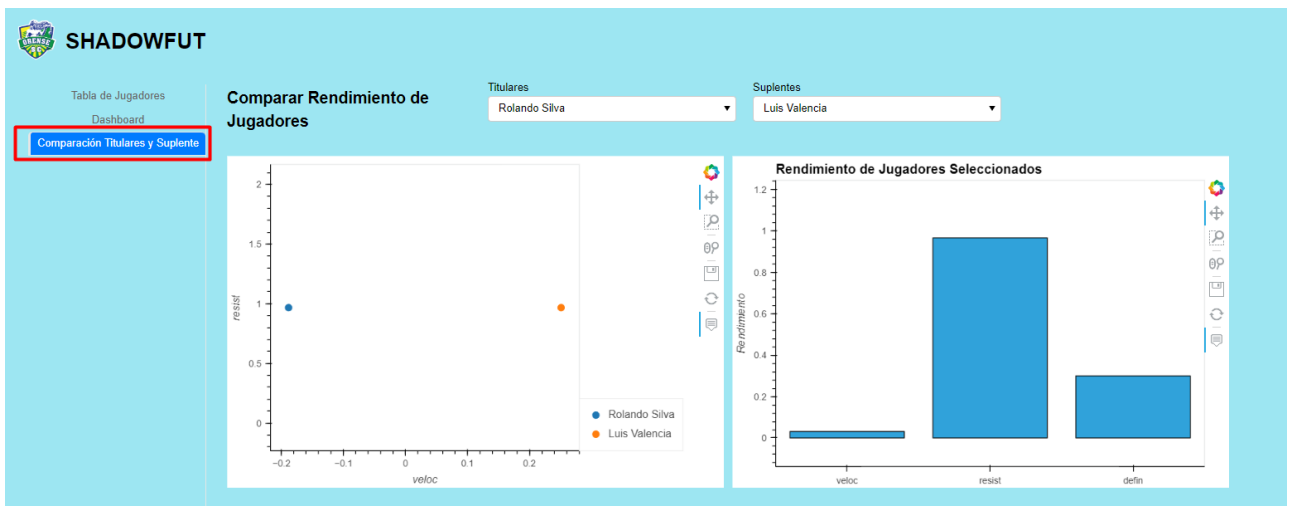




**Figura 19:** Dashboard del rendimiento por posición

**e) Dashboard de comparación de Titulares y Suplentes**

El "Dashboard de Comparación entre Titulares y Suplentes" proporciona una evaluación exhaustiva y significativa de las diferencias clave entre los jugadores seleccionados como titulares y sus contrapartes en el banco de suplentes. A través de esta herramienta interactiva, los usuarios pueden explorar y comprender de manera profunda cómo la elección de alineación puede impactar en diversos aspectos del rendimiento del equipo.



**Figura 20:** Dashboard de comparación de Titulares y Suplentes

### 3. CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

#### 3.1. Plan de evaluación

Se realizarán pruebas como proceso de evaluación, abarcando tanto la red neuronal artificial como la aplicación web. Se emplearán medidas de desempeño para analizar la eficacia del modelo entrenado y la norma ISO 25010 se utilizará para evaluar la eficiencia del sistema.

**Objetivo:** Evaluar el sistema DSS mediante la norma 25010 y la red neuronal aplicando matriz de confusión con los fines de comprobación de la hipótesis del proyecto integrador curricular. curricular.

Actividad	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14
Desarrollar el plan de evaluación del prototipo					
Elegir el modelo más adecuado en función de su exactitud durante el proceso de capacitación					
Test para valorar el desempeño de la red neuronal artificial.					
Pruebas de evaluación del Sistema					
Exponer los hallazgos derivados de la valoración del prototipo					

CRONOGRAMA		
Nº	Actividad	Semana
1	Desarrollar el plan de evaluación del prototipo.	10
<b>Tareas</b>		<b>Resultados esperados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar el cronograma</li> <li>Establecer objetivo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Crear un conjunto de pautas que facilite la evaluación del nivel de realización de las tareas sugeridas.</li> </ul>
Nº	Actividad	Semana
2	Elegir el modelo más adecuado en función de su exactitud durante el proceso de capacitación.	11
<b>Tareas</b>		<b>Resultados esperados</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrenar los modelos seleccionados (Secuencia, Convolutacional).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Haber elegido el modelo que genere las categorizaciones con la máxima exactitud.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir la métrica de precisión de los modelos.</li> <li>• Seleccionar el mejor modelo.</li> <li>• Elaborar la encuesta</li> </ul>	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Semana</b>
3	Test para valorar el desempeño de la red neuronal artificial.	12
<b>Tareas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar matriz de confusión.</li> </ul>	<b>Resultados esperados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcanzar niveles de precisión que superen ampliamente los estándares para validar la hipótesis propuesta.</li> </ul>
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Semana</b>
4	Pruebas de evaluación del Sistema.	13
<b>Tareas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar Encuestas</li> </ul>	<b>Resultados esperados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir con la métrica de eficiencia de desempeño de la norma.</li> </ul>
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Semana</b>
5	Exponer los hallazgos derivados de la valoración del prototipo.	14
<b>Tareas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar los resultados dentro de la sección correspondiente al capítulo III del proyecto integrador curricular.</li> </ul>	<b>Resultados esperados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar la hipótesis planteada</li> </ul>

### 3.1.1. Pruebas de red neuronal

#### Métricas

Las salidas de las redes neuronales consisten en valores binarios, es decir, números 0 y 1 que señalan si un objeto está presente o no en una imagen o dato. Los cuatro estados potenciales se encuentran ilustrados en la **Tabla 7**.

**Tabla 7:** Matriz de confusión

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	Verdadero positivo	Falso negativo
	Sin presencia	Falso positivo	Verdadero negativo

#### Precisión (Precisión)

$Precision = \frac{Verdadero\ Positivo\ (VP)}{Verdadero\ Positivo\ (VP) + Falso\ Positivo\ (FP)}$

#### Sensibilidad / Exhaustividad (Recall)

$Sensibilidad = \frac{Verdadero\ Positivo\ (VP)}{Verdadero\ Positivo\ (VP) + Falso\ Negativo\ (FN)}$

### Valor de Referencia (F-Score)

$ValorReferencia = \frac{2 \times Precision \times Sensibilidad}{Precision + Sensibilidad}$

#### 3.1.2. Prueba por la norma 25010

Alineado con este estándar, nuestro proceso de evaluación se enfoca en garantizar que el software no solo cumpla con los requisitos funcionales, sino que también alcance los más altos estándares en términos de funcionalidad, eficiencia y usabilidad.

Para llevar a cabo esta evaluación exhaustiva, estamos implementando encuestas (**ver Anexo 4**) estructuradas que recopilarán percepciones y opiniones valiosas de dos grupos de participantes clave: directores técnicos (DT) y Profesionales de Ingeniería en Sistemas o TI. Estas encuestas se diseñarán de manera específica para abordar las distintas áreas de evaluación definidas por la norma ISO 25010.

### 3.2. Resultados de la evaluación

#### 3.2.1. Resultados del entrenamiento de los modelos

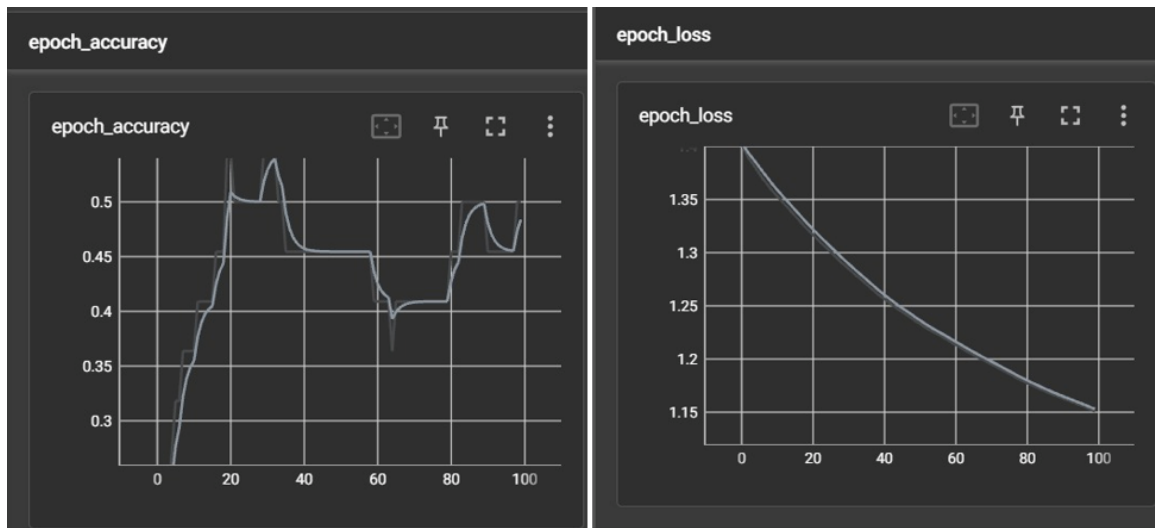
Fueron elegidos dos modelos previamente entrenados, a saber, un modelo secuencial y otro convolucional. Estas elecciones se basaron en su notable capacidad para gestionar datos con eficacia y su notable nivel de profundidad. Es importante destacar que estos modelos han sido ampliamente adoptados en diversas investigaciones afines, destacándose por su capacidad para generar resultados de alta calidad. Los resultados de los procesos de entrenamiento llevados a cabo se presentan en la Tabla 8 a continuación.

**Tabla 8:** Resultados de entrenamiento de Secuencial e CNN

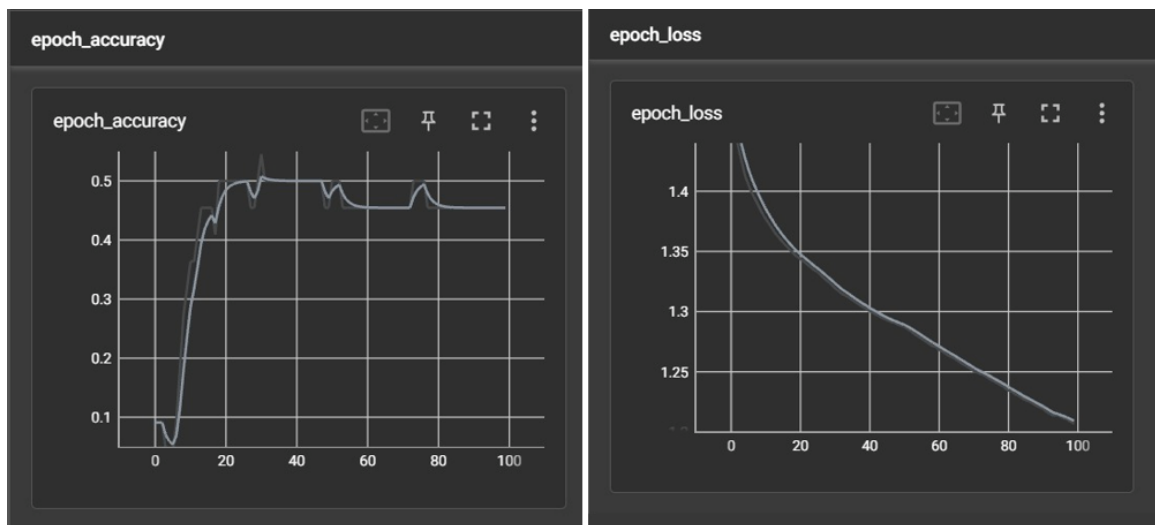
Modelos Entrenados				
N-pruebas	Optimizador	Épocas	Loss	Accuracy
Modelo Secuencial	196ms	100	1.5120	0.3333
Modelo CNN	202ms	100	1.3797	0.1667

### Curvas de aprendizaje

Para evaluar el desempeño del modelo, se considera que el objetivo primordial consiste en lograr un ajuste óptimo; en caso contrario, será necesario realizar ajustes en los parámetros con el propósito de favorecer la obtención de una curva de aprendizaje satisfactoria.



**Figura 21:** Curva del modelo Secuencial



**Figura 22:** Curva del modelo Convolutacional (CNN)

Basándonos en los gráficos expuestos en las **Figuras 21-22**, se hace evidente una marcada disparidad entre la curva de aprendizaje obtenida mediante el empleo del optimizador y las obtenidas mediante los otros dos métodos. Por ende, se determina que el modelo impulsado por el optimizador es la elección adecuada para la integración en la aplicación. No obstante, es relevante destacar que se observa un caso de sobreajuste en esta curva, el cual presenta margen de mejora. En este contexto, se procede a llevar a cabo la evaluación del modelo seleccionado mediante la matriz de confusión, cuyos resultados se detallan en la **Tabla 9**.

**Tabla 9:** Prueba de Optimizador del modelo CNN

	Valor de Predicción	PO	DF	CC	DL	TOTAL
Valor Real	PO	0	0	0	3	3
	DF	0	10	11	1	22
	CC	0	3	3	5	11
	DL	0	1	4	0	5
	TOTAL	0	14	18	9	41

**Matriz de Confusión consolidada del modelo CNN**

Basándonos en las tablas de la matriz de confusión por las clases, se puede observar en la parte del portero (PO) los puntos son demasiado bajos esto se debe a que, porque la data es muy pequeña, nos arroja estos resultados, pero existen casos diferentes como en los defensas (DF) y centro campista (CC) que la representación es más alta.

**Tabla 10:** Tabla de la Clase PO

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	0	0
	Sin presencia	3	25

**Tabla 11:** Tabla de la Clase DF

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	10	1
	Sin presencia	11	6

**Tabla 12:** Tabla de la Clase CC

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	3	5
	Sin presencia	4	16

**Tabla 13:** Tabla de la Clase DL

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	0	6
	Sin presencia	0	22

Las métricas de precisión proporcionan una evaluación detallada del rendimiento del modelo para cada clase de manera individual. En este contexto, la precisión ponderada considera no solo la precisión de predicción para cada clase, sino también la proporción de muestras en cada clase con respecto al total de muestras. Esto significa que no se trata simplemente de cuán bien el modelo clasifica una clase en particular, sino de cuán representativa es esa clase en el conjunto de datos completo.

Por lo tanto, la precisión ponderada ofrece una visión más equilibrada del rendimiento del modelo en general, teniendo en cuenta la distribución real de las clases. En el ejemplo dado, se calcula multiplicando la precisión ponderada para cada clase por su proporción correspondiente y luego sumando los resultados, lo que da como resultado una precisión ponderada general de 0.3095. Este valor es fundamental para comprender la eficacia global del modelo, ya que considera tanto la precisión en la clasificación como la importancia relativa de cada clase dentro del conjunto de datos, como se lo representa a continuación.

**Tabla 14:** Métricas de Precisión

Las métricas que tenemos para Precisión son:	
Precisión ponderada para la clase PO:	0.0000
Precisión ponderada para la clase DF:	0.4762
Precisión ponderada para la clase CC:	0.4762
Precisión ponderada para la clase DL:	0.0000

La proporción de muestras en cada clase con respecto al total de muestras es:	
Proporción de muestras clase PO:	3 / 18
Proporción de muestras clase DF:	11 / 18
Proporción de muestras clase CC:	8 / 18
Proporción de muestras clase DL:	6 / 18

Ahora, multiplicamos cada Precisión ponderada por su proporción correspondiente y luego sumamos los resultados:

$$\text{Precisión ponderada} = (0.0000 * 3 / 18) + (0.4762 * 11 / 18) + (0.4286 * 8 / 18) + (0.0000 * 6 / 18) = 0.3095$$

Del mismo modo, las métricas de recall ofrecen una evaluación detallada de cómo el modelo identifica y recupera muestras de cada clase individualmente. Sin embargo, el recall ponderado va más allá al considerar la proporción de muestras en cada clase con



respecto al total de muestras en el conjunto de datos. Esto permite una evaluación más equitativa del rendimiento del modelo, ya que no solo se trata de cuán bien se identifican las muestras de una clase específica, sino de cuán representativa es esa clase en el conjunto completo. A continuación, se calcula multiplicando el recall ponderado para cada clase por su proporción correspondiente y luego sumando los resultados, lo que resulta en un recall ponderado general de 0.4643.

**Tabla 15:** Métricas Recall

Las métricas que tenemos para Recall son:	
Proporción de muestras clase PO:	0.0000
Proporción de muestras clase DF:	0.9091
Proporción de muestras clase CC:	0.3750
Proporción de muestras clase DL:	0.0000

La proporción de muestras en cada clase con respecto al total de muestras es:	
Proporción de muestras clase PO:	3 / 18
Proporción de muestras clase DF:	11 / 18
Proporción de muestras clase CC:	8 / 18
Proporción de muestras clase DL:	6 / 18

Ahora, multiplicamos cada Recall ponderado por su proporción correspondiente y luego sumamos los resultados:

$$\text{Recall ponderado} = (0.0000 * 3 / 18) + (0.9091 * 11 / 18) + (0.3750 * 8 / 18) + (0.0000 * 6 / 18) = 0.4643$$

Así como la precisión ponderada y el recall ponderado, la puntuación F1 ponderada es una métrica que ofrece una evaluación más completa del rendimiento del modelo, considerando tanto la precisión como el recall y teniendo en cuenta la proporción de muestras en cada clase con respecto al total de muestras en el conjunto de datos. En este contexto, la puntuación F1 ponderada se calcula multiplicando la puntuación F1 ponderada para cada clase por su proporción correspondiente y luego sumando los resultados. Esto da como resultado una puntuación F1 ponderada general de 0.3598. Este valor global es fundamental para comprender cuán eficaz es el modelo en general, ya que combina la precisión y el recall en una única métrica que refleja el equilibrio entre la

capacidad de clasificación y la representatividad de las clases en el conjunto de datos completo.

**Tabla 16:** Métricas puntuación F1(Score)

Las métricas que tenemos para Puntuación F1 (Score) son:	
Proporción de muestras clase PO:	0.0000
Proporción de muestras clase DF:	0.6250
Proporción de muestras clase CC:	0.4000
Proporción de muestras clase DL:	0.0000

La proporción de muestras en cada clase con respecto al total de muestras es:	
Proporción de muestras clase PO:	3 / 18
Proporción de muestras clase DF:	11 / 18
Proporción de muestras clase CC:	8 / 18
Proporción de muestras clase DL:	6 / 18

Ahora, multiplicamos cada Puntuación F1 ponderada por su proporción correspondiente y luego sumamos los resultados:

$$\text{Puntuación F1 ponderada} = (0.0000 * 3 / 18) + (0.6250 * 11 / 18) + (0.4000 * 8 / 18) + (0.0000 * 6 / 18) = 0.3598$$

### Métricas de evaluación

**Tabla 17:** Métricas de evaluación modelo CNN

Métricas de evaluación para el modelo CNN	
Exactitud (Accuracy)	0.4643
Precisión ponderada (Precision)	0.3095
Recall ponderado (Recalo)	0.4643
Puntuación F1 ponderada (F1 Score)	0.3598

Consolidando la evaluación de la matriz de confusión, viendo que sus datos son demasiado bajos debido a que la data es muy pequeña, para ello se implementaron pruebas con una data mucho mas extensa para ver la capacidad del entrenamiento y predicción de la red, como se muestra a continuación.

**Tabla 18:** Tabla de la Clase PO-Prueba B

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	84	98
	Sin presencia	0	1904

**Tabla 19:** Tabla de la Clase DF-Prueba B

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	812	84
	Sin presencia	224	966

**Tabla 20:** Tabla de la Clase CC-Prueba B

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	406	154
	Sin presencia	84	1442

**Tabla 21:** Tabla de la Clase DL-Prueba B

		Valor de Predicción	
		Presencia	Sin Presencia
Valor Real	Presencia	364	84
	Sin presencia	112	1526

## Métricas de evaluación

**Tabla 22:** Métricas de evaluación modelo CNN-Prueba B

Métricas de evaluación para el modelo CNN-Prueba B	
Exactitud (Accuracy)	0.7987
Precisión ponderada (Precisión)	0.8106
Recall ponderado (Recalo)	0.7987
Puntuación F1 ponderada (F1 Score)	0.7930

Como se puede apreciar la segunda prueba realizada como se muestra en la **Tabla 22** fue entrenada con una cantidad de datos más extensa, nos ofrece un Accuracy del

79.87%, una precisión del 81.06, dando a conocer que la red predice de una manera efectiva.

### 3.2.2. Evaluación Por la norma ISO 25010

Con el propósito de llevar a cabo la evaluación conforme a la normativa ISO 25010 para el sistema DSS ShadowFut, se diseñaron dos encuestas como herramienta principal para la recolección de información. Dado que las pruebas se realizaron a nivel local, se optó por reunir un reducido pero selecto conjunto de expertos que abarca a 13 profesionales en tecnología y 12 especialistas en deportes.

Las preguntas planteadas durante el proceso de evaluación se enfocaron en la Eficiencia de desempeño, usabilidad, funcionabilidad, estética de la aplicación. Están correspondidas desde la pregunta 1 a 12 para los especialistas deportivos y de la 1 a 11 para los especialistas deportivos su valoración emplea la escala de Likert (**ver Anexo 4**).

Para los resultados, las valoraciones de respuesta "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo" se consideraron favorables, mientras que las valoraciones de "Totalmente en desacuerdo", "En desacuerdo" y "Ni de acuerdo, ni desacuerdo" se consideraron desfavorables. Dado que está enfocado en los resultados favorables, se procedió a sumar los porcentajes correspondientes a dichas valoraciones. En la **Tabla 18 y 19** se presentan los porcentajes resultantes sobre cada pregunta de las encuestas tanto de los especialistas deportivos como los especialistas de tecnología.

**Tabla 23:** Porcentajes de la encuesta de los especialistas deportivos

Principios	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo	Total
¿Considera que el software identifica de manera precisa a los mejores titulares y suplentes para un equipo?	33,3%	66,7%	100%
¿Las predicciones de titulares y suplentes se ajustan adecuadamente a las necesidades y tácticas del equipo?	41,7%	58,3%	100%
¿Cómo calificaría la velocidad de generación de las predicciones de jugadores?	16,7%	83,3%	100%
¿El software actualiza las predicciones de manera oportuna y en función de los cambios relevantes en el rendimiento de los jugadores?	25%	66,7%	91,7%
¿Siente que el software brinda recomendaciones precisas y fiables sobre los jugadores más adecuados para ser titulares y suplentes?	41,7%	50%	91,7%
¿El software ofrece información detallada y relevante sobre las características y estadísticas de los jugadores sugeridos?	50%	50%	100%
¿La navegación por la dashboard y la interacción con los datos de rendimiento son intuitivas y fáciles de usar?	8,3%	91,7%	100%
¿Los controles y filtros permiten a los usuarios explorar y personalizar las visualizaciones de datos según sus necesidades?	41,7%	58,3%	100%
¿El diseño visual de la interfaz es atractivo y armonioso, fomentando la experiencia positiva del usuario?	41,7%	58,3%	100%

¿Los gráficos y visualizaciones utilizados en la dashboard son claros, informativos y estéticamente agradables?	33,3%	66,7%	100%
¿La presentación de datos se realiza de manera clara y organizada para facilitar la comprensión del análisis de rendimiento de los jugadores?	33,3%	66,7%	100%

En función de los porcentajes obtenidos en la encuesta de los especialistas deportivos se concluye que el sistema DSS ShadowFut cumple de manera satisfactoria con los principios de la norma ISO 25010, la mayoría de los principios supera el 90% de crítica positiva.

**Tabla 24:** Porcentajes de la encuesta de los especialistas de tecnología

Principios	De Acuerdo	Totalmente de Acuerdo	Total
¿Considera que el software identifica de manera precisa a los mejores titulares y suplentes para un equipo?	15,4%	84,6%	100%
¿Las predicciones de titulares y suplentes se ajustan adecuadamente a las necesidades y tácticas del equipo?	38,5%	61,5%	100%
¿Cómo calificaría la velocidad de generación de las predicciones de jugadores?	15,4%	84,6%	100%
¿El software actualiza las predicciones de manera oportuna y en función de los cambios relevantes en el rendimiento de los jugadores?	23,1%	69,2%	92,3%
¿El software demuestra un rendimiento óptimo incluso cuando se manejan grandes cantidades de datos de jugadores?	15,4%	76,9%	92,3%
¿Siente que el software brinda recomendaciones precisas y fiables sobre los jugadores más adecuados para ser titulares y suplentes?	38,5%	61,5%	100%
¿El software ofrece información detallada y relevante sobre las características y estadísticas de los jugadores sugeridos?	30,8%	69,2%	100%
¿La navegación por la dashboard y la interacción con los datos de rendimiento son intuitivas y fáciles de usar?	23,1%	76,9%	100%
¿Los controles y filtros permiten a los usuarios explorar y personalizar las visualizaciones de datos según sus necesidades?	15,4%	84,6%	100%
¿El diseño visual de la interfaz es atractivo y armonioso, fomentando la experiencia positiva del usuario?	23,1%	53,8%	76,9%
¿Los gráficos y visualizaciones utilizados en la dashboard son claros, informativos y estéticamente agradables?	30,8%	69,2%	100%
¿La presentación de datos se realiza de manera clara y organizada para facilitar la comprensión del análisis de rendimiento de los jugadores?	30,8%	69,2%	100%

En función de los porcentajes obtenidos en la encuesta de los especialistas de Tecnología se concluye que el sistema DSS ShadowFut cumple de forma parcial con los principios de la norma ISO 25010, la mayoría de los principios supera el 90% de crítica positiva a diferencia de la parte del diseño visual de la interfaz que cuenta con un 76,9 % que es un valor aceptable lo que significa que se debe mejorar en la parte del diseño en el sistema ShadowFut.

## CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema de predicción de los jugadores titulares. basado en el análisis del rendimiento de los futbolistas que representa una estrategia esencial para optimizar la gestión de equipos de fútbol. Este enfoque, apoyado en el análisis de datos y la inteligencia artificial, ofrece una ventaja competitiva al permitir la predicción precisa de los once titulares de manera automática para cada partido.

La elaboración del estado del arte sobre el sistema de predicción para el análisis del rendimiento de Futbolistas se basó en una revisión de un sinnúmero de artículos científicos en diferentes bases de datos literarias, esto ayudo a identificar tendencias claves y herramientas relevantes, metodologías para el desarrollo del DSS.

La implementación de la tecnología de los sensores GPS, que empleado en mi trabajo al realizar la recopilación y preprocesamiento de los datos, se obtienen beneficios significativos para el equipo y el cuerpo técnico. La información recopilada puede proporcionar una comprensión detallada de las actividades y movimientos de los jugadores durante los entrenamientos y los partidos.

Se implemento el diseño de una red neuronal con el fin de automatizar la selección del once titular, de esta manera se aprovechó la potencia del aprendizaje automático para optimizar la formación de un equipo, ayudar con la eficiencia en la toma de decisiones tácticas para los entrenadores al facilitar la elección del mejor equipo de manera objetiva.

El desarrollo del sistema de predicción de los jugadores titulares ha demostrado su valía al proporcionar una interfaz interactiva y personalizable, que facilita la manipulación y el filtrado de datos de manera efectiva. Los usuarios ahora pueden acceder a un análisis detallado en tiempo real a través de un panel de control visualmente atractivo y de fácil navegación, lo que les permite tomar decisiones informadas con una mayor confianza.

La evaluación del funcionamiento del prototipo mediante la utilización de la matriz de confusión y la norma ISO 25010 se revela como un enfoque esencial para garantizar la eficacia y precisión de este sistema. La combinación de estas herramientas permite una

evaluación de calidad, identificando posibles errores y áreas de mejora, lo que en última instancia contribuye a la toma de decisiones más informadas y acertadas en el ámbito en el que se aplique.

La hipótesis se ha cumplido de manera exitosa. La implementación efectiva de un sistema de predicción de los jugadores titulares de futbol ha demostrado que es posible realizar un análisis automático y la eficiencia en la toma de decisiones.

## **RECOMENDACIONES**

Aunque la fase de investigación ha concluido, es fundamental continuar explorando constantemente artículos actuales, dado que el progreso tecnológico está en constante evolución. Es posible descubrir nuevas metodologías y herramientas que contribuirán a elevar la calidad de futuros estudios en el contexto actual de este trabajo.

Como podemos visualizar la tecnología de los sensores GPS, nos brindan una informa específica sobre ayudar con el mejoramiento del rendimiento y reducción de riesgo de lesiones.

Dado el éxito de la implementación de una red neuronal para predecir el once titular de forma automática, se sugiere potenciar más el entrenamiento de la red con una cantidad de datos mucho más extensa para aprovechar al máximo sus capacidades de predicción. Además, considerar la colaboración con instituciones deportivas o clubes para aplicar y validar el sistema en un entorno más práctico.

Se recomienda brindar capacitación regular a los usuarios para que aprovechen al máximo la aplicación. Además, ampliar los gráficos de análisis y mejorar el diseño visual de la aplicación para una mejor comprensión de los datos, como trabajos futuros se puede implementar el análisis del rendimiento de los jugadores en sitios fuera de su entorno para ayudar a un entrenamiento más amplio y tomar decisiones referentes al entorno que se va a participar.

En base a la evaluación del funcionamiento del prototipo utilizando la matriz de confusión y la norma ISO 25010, se recomienda encarecidamente la implementación continua de estos métodos de evaluación en el ciclo de desarrollo y mejora del sistema. Además, se sugiere la realización de evaluaciones periódicas para garantizar que el sistema siga cumpliendo con los estándares de calidad y precisión requeridos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. H. FLÓREZ-Martínez y J. M. SÁNCHEZ-Torres, «Toma de decisiones basada en conocimiento en organizaciones de I+D+i, identificación de la brecha de investigación», vol. 39, n.º 19, p. 17, 2018.
- [2] D. Carrizo, C. Moller, D. Carrizo, y C. Moller, «Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático», *Ingeniare Rev. Chil. Ing.*, vol. 26, pp. 45-54, nov. 2018, doi: 10.4067/S0718-33052018000500045.
- [3] M. Sánchez, D. Hernández, M. Carretero, y J. Sánchez-Sánchez, «Nivel de oposición sobre rendimiento físico y comportamiento técnico-táctico de futbolistas jóvenes», *Apunts Educ. Física Deport.*, vol. 35, n.º 137, pp. 71-84, 2019.
- [4] G. Zubeldia, «Análisis del Rendimiento Físico en Jugadores de Primera División del Fútbol Ecuatoriano en Partidos Oficiales», *Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE)*, 13 de mayo de 2021. <https://g-se.com/analisis-del-rendimiento-fisico-en-jugadores-de-primera-division-del-futbol-ecuatoriano-en-partidos-oficiales-bp-0609d5ad7d9688> (accedido 30 de diciembre de 2022).
- [5] «Programas para Entrenadores de Fútbol - Ejercicios, gestión, estadísticas..», 3 de junio de 2021. <https://bcoach.app/programas-software-entrenadores-futbol/> (accedido 8 de enero de 2023).
- [6] «Klipdraw | Desvela las claves del juego». <https://www.klipdraw.com> (accedido 8 de enero de 2023).
- [7] J. A. Z. Resa, M. J. Blanca, y J. A. M. Mérida, «Atención-concentración como entrenamiento para la mejora del rendimiento deportivo en jugadores profesionales de fútbol», *Rev. Psicol. Deporte*, vol. 10, n.º 1, pp. 49-68, 2001.
- [8] J. A. Brenes, A. Martínez, C. Quesada-López, y M. Jenkins, «Decision support systems that use artificial intelligence for precision agriculture: A systematic literature mapping», *RISTI - Rev. Iber. Sist. E Tecnol. Inf.*, vol. 2020, n.º E28, pp. 217-229, 2020.
- [9] D. A. F. Velásquez, «FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL».
- [10] W. Mengist, T. Soromessa, y G. Legese, «Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research», *MethodsX*, vol. 7, p. 100777, ene. 2020, doi: 10.1016/j.mex.2019.100777.
- [11] L. F. P. Maclel, G. O. Farias, E. J. Dallegrave, M. C. Flach, J. V. Do Nascimento, y A. Folle, «Sports and school involvement and performance: A systematic review of literature», *Retos*, vol. 47, pp. 12-24, 2023, doi: 10.47197/retos.v47.90498.
- [12] P. L. G. Véliz, «Educación en valores del jugador cubano de béisbol de alto nivel de rendimiento», *Rev. Cuba. Med. Deporte Cult. Física*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, dic. 2020, Accedido: 31 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revmedep.sld.cu/index.php/medep/article/view/380>
- [13] R. M. V. Edú, «TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN CIENCIAS DEL DEPORTE».
- [14] O. A. Aynés, «The analysis of consecutive cycles in sports performance. A new perspective in sports biomechanics research», *Cult. Cienc. Deporte*, vol. 17, n.º 54, 2022, doi: 10.12800/ccd.v17i54.2004.
- [15] M. Chen, H. Yao, H. Tan, W. Huang, Q. Wu, y S. Nie, «Impact of Bifidobacterium longum NSP001 on DSS-induced colitis in conventional and humanised mice», *Food Sci. Hum. Wellness*, vol. 12, n.º 4, pp. 1109-1118, jul. 2023, doi: 10.1016/j.fshw.2022.10.028.

- [16] A. Ruiz G., L. A. Hernández R, y W. J. Giraldo O., «Implementing a decision support system (DSS) in e-business», *Ing. E Investig.*, vol. 29, n.º 2, pp. 94-99, may 2009, doi: 10.15446/ing.investig.v29n2.15168.
- [17] Y. A. Alrahman, R. De Nicola, G. Garbi, y M. Loreti, «A Distributed Coordination Infrastructure for Attribute-Based Interaction», en *Formal Techniques for Distributed Objects, Components, and Systems*, C. Baier y L. Caires, Eds., en *Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 1-20. doi: 10.1007/978-3-319-92612-4\_1.
- [18] A. S. Alnaser, S. A. Khan, R. A. Ganeev, y E. Stratakis, «Recent Advances in Femtosecond Laser-Induced Surface Structuring for Oil–Water Separation», *Appl. Sci.*, vol. 9, n.º 8, p. 1554, abr. 2019, doi: 10.3390/app9081554.
- [19] D. M. O. López, «TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN ENTORNOS VIRTUALES MÁS USADAS EN LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA», vol. 24, 2006.
- [20] J. C. Espinosa, J. E. Machado Alba, L. F. M. Gallón, F. Á. T. Marulanda, y E. R. Alviz, «Data Collection Instrument to Identify Self-Medication in University Students», *Rev. Cuba. Farm.*, vol. 55, n.º 3, 2022.
- [21] M. Pinilla-Roncancio y N. R. Caicedo, «Data collection and inclusion of the population with disabilities during the COVID-19 pandemic in Latin America and the Caribbean», *Rev. Panam. Salud Publica Pan Am. J. Public Health*, vol. 46, 2022, doi: 10.26633/RPSP.2022.44.
- [22] A. L. Figueredo Figueredo, R. F. León Aguilar, y M. M. Martínez Roselló, «Procedimiento para el procesamiento de información científica en la DPI de la carrera Ingeniería Forestal», *Biblios J. Librariansh. Inf. Sci.*, n.º 75, pp. 46-61, jul. 2019, doi: 10.5195/biblios.2019.473.
- [23] B. Li, «DESIGN OF EARLY WARNING SYSTEM FOR MENTAL HEALTH PROBLEMS BASED ON DATA MINING AND DATABASE», *Rev. Bras. Med. Esporte*, vol. 29, 2023, doi: 10.1590/1517-8692202329012022\_0153.
- [24] V. L. C. García, «Design of a data registry for in-hospital cardiorespiratory arrest according to the Utstein style», *Rev. Cuba. Cardiol. Cirugia Cardiovasc.*, vol. 28, n.º 4, 2022.
- [25] R. M. Casanova, «DSS una nueva metodología».
- [26] C. C. Aguilar, V. López, P. Ascorra, M. A. Bilbao, y S. Olmos, «Qualitative evaluation of a system for monitoring school climate», *Psicol. Esc. E Educ.*, vol. 22, n.º 2, pp. 239-247, 2018, doi: 10.1590/2175-35392018010735.
- [27] M. A. López-Gajardo, I. González-Ponce, J. J. Pulido, T. García-Calvo, y F. M. Leo, «ANÁLISIS DE LAS ACCIONES TÉCNICO-TÁCTICAS DEL PORTERO DE FÚTBOL EN COMPETICIÓN», *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Física Deporte*, vol. 20, n.º 80, pp. 577-594, dic. 2020, doi: 10.15366/rimcafd2020.80.008.
- [28] A. Martín Barrero y F. I. Martínez Cabrera, «El modelo de juego en el fútbol: de la concepción teórica al diseño práctico», *Retos Nuevas Tend. En Educ. Física Deporte Recreación*, n.º 36, pp. 543-551, 2019.
- [29] R. M. Dios, M. A. Jiménez, J. E. M. García, y S. L. García, «Análisis observacional de las relaciones interlíneas de la Selección Española de Fútbol, mediante coordenadas polares.», *Cuad. Psicol. Deporte*, vol. 18, n.º 2, Art. n.º 2, may 2018.
- [30] I. Garcia, «Posiciones futbol: las posiciones de los jugadores de futbol», *888sport Blog*, 23 de noviembre de 2022. <https://www.888sport.es//blog/posiciones-futbol> (accedido 30 de diciembre de 2022).
- [31] «¿Cuáles son las posiciones de los jugadores en el fútbol? | ILERNA», *Blog de ILERNA Online*, 26 de noviembre de 2021. <https://www.ilerna.es/blog/ilerna-formacion/posiciones-jugadores-diferentes-modalidades-futbol/> (accedido 30 de diciembre de 2022).
- [32] A. Martín Barrero, I. M. Gutiérrez, y M. Falces Prieto, «Análisis del modelo de juego en un equipo de fútbol profesional de la Bundesliga de Alemania. Estudio caso (Analysis of the

- game model in a professional football team in the German First Division. Case study)», *Retos*, n.º 39, pp. 628-634, sep. 2020, doi: 10.47197/retos.v0i39.79923.
- [33] «Posiciones de los jugadores de fútbol 11 | Funciones y formaciones», *Max Fun Events*, 13 de septiembre de 2021. <https://www.bubblefootball.es/blog/posiciones-jugadores-futbol-11/> (accedido 31 de diciembre de 2022).
- [34] I. Ettekal, R. D. Eiden, A. B. Nickerson, y P. Schuetze, «Comparing alternative methods of measuring cumulative risk based on multiple risk indicators: Are there differential effects on children’s externalizing problems?», *PLOS ONE*, vol. 14, n.º 7, p. e0219134, jul. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0219134.
- [35] J. Hernandez Giron y D. A. Cardenas Morales, «Influencia del entrenamiento funcional en el desarrollo de la potencia en jóvenes delanteros de las categorías sub14 y sub15 de la Escuela de Fútbol Atlético Valencia de la ciudad de Palmira.», 2021, Accedido: 4 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/21629>
- [36] «Delantero o atacante ⚽ Posiciones en fútbol: centro, punta • Competize», *Competize*, 11 de mayo de 2021. <https://www.competize.com/blog/delantero-atacante-posiciones-futbol-centro-punta/> (accedido 31 de diciembre de 2022).
- [37] Z. Liu, D. Zhang, W. Jia, X. Lin, y H. Liu, «An adversarial bidirectional serial–parallel LSTM-based QTD framework for product quality prediction», *J. Intell. Manuf.*, vol. 31, n.º 6, pp. 1511-1529, ago. 2020, doi: 10.1007/s10845-019-01530-8.
- [38] M. Hesami, J. A. Condori-Apfata, M. Valderrama Valencia, y M. Mohammadi, «Application of Artificial Neural Network for Modeling and Studying In Vitro Genotype-Independent Shoot Regeneration in Wheat», *Appl. Sci.*, vol. 10, n.º 15, p. 5370, ago. 2020, doi: 10.3390/app10155370.
- [39] H. A. Shah, J. Liu, Z. Yang, y J. Feng, «Review of Machine Learning Methods for the Prediction and Reconstruction of Metabolic Pathways», *Front. Mol. Biosci.*, vol. 8, p. 634141, jun. 2021, doi: 10.3389/fmolb.2021.634141.
- [40] K. Zhang, K. Peng, R. Chu, y J. Dong, «Implementing multivariate statistics-based process monitoring: A comparison of basic data modeling approaches», *Neurocomputing*, vol. 290, pp. 172-184, may 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2018.02.051.
- [41] J. P. Martínez-Ramón, F. M. Morales-Rodríguez, S. Pérez-López, I. Méndez, y C. Ruiz-Esteban, «Predicting teacher resilience by using artificial neural networks: influence of burnout and stress by COVID-19.», *An. Psicol.*, vol. 39, n.º 1, pp. 100-111, 2023, doi: 10.6018/analesps.515611.
- [42] J.-F. Tian, M.-H. Ha, y D.-Z. Tian, «Tripled fuzzy metric spaces and fixed point theorem», *Inf. Sci.*, vol. 518, pp. 113-126, may 2020, doi: 10.1016/j.ins.2020.01.007.
- [43] A. Mahmoud y A. Mohammed, «A Survey on Deep Learning for Time-Series Forecasting», en *Machine Learning and Big Data Analytics Paradigms: Analysis, Applications and Challenges*, A. E. Hassanien y A. Darwish, Eds., en *Studies in Big Data*, vol. 77. Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 365-392. doi: 10.1007/978-3-030-59338-4\_19.
- [44] X. Yin, G. Wu, J. Wei, Y. Shen, H. Qi, y B. Yin, «Multi-stage attention spatial-temporal graph networks for traffic prediction», *Neurocomputing*, vol. 428, pp. 42-53, mar. 2021, doi: 10.1016/j.neucom.2020.11.038.
- [45] C. R. Harris *et al.*, «Array programming with NumPy», *Nature*, vol. 585, n.º 7825, pp. 357-362, sep. 2020, doi: 10.1038/s41586-020-2649-2.
- [46] S. Stammler y T. Birnstiel, «Simframe: A Python Framework for Scientific Simulations», *J. Open Source Softw.*, vol. 7, n.º 69, p. 3882, ene. 2022, doi: 10.21105/joss.03882.
- [47] B. Murray *et al.*, «Accessible data curation and analytics for international-scale citizen science datasets», *Sci. Data*, vol. 8, n.º 1, Art. n.º 1, nov. 2021, doi: 10.1038/s41597-021-01071-x.

- [48] S. Castillo-Páez, R. Fernández-Casal, y P. García-Soidán, «A nonparametric bootstrap method for spatial data», *Comput. Stat. Data Anal.*, vol. 137, pp. 1-15, sep. 2019, doi: 10.1016/j.csda.2019.01.017.
- [49] A. Chaudhuri y W. Hu, «A fast algorithm for computing distance correlation», *Comput. Stat. Data Anal.*, vol. 135, pp. 15-24, jul. 2019, doi: 10.1016/j.csda.2019.01.016.
- [50] S. Noor, P. Assimakopoulos, y N. J. Gomes, «A Flexible Subcarrier Multiplexing System With Analog Transport and Digital Processing for 5G (and Beyond) Fronthaul», *J. Light. Technol.*, vol. 37, n.º 14, pp. 3689-3700, jul. 2019, doi: 10.1109/JLT.2019.2918215.
- [51] L. Yang y A. Shami, «On hyperparameter optimization of machine learning algorithms: Theory and practice», *Neurocomputing*, vol. 415, pp. 295-316, nov. 2020, doi: 10.1016/j.neucom.2020.07.061.
- [52] Z. Wu, S. Pan, F. Chen, G. Long, C. Zhang, y P. S. Yu, «A Comprehensive Survey on Graph Neural Networks», *IEEE Trans. Neural Netw. Learn. Syst.*, vol. 32, n.º 1, pp. 4-24, ene. 2021, doi: 10.1109/TNNLS.2020.2978386.
- [53] P. Reche-Soto, D. Cardona, A. Díaz, C. D. Gómez-Carmona, y J. Pino-Ortega, «Demandas tácticas de juegos reducidos en fútbol: influencia de la tecnología utilizada», *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Física Deporte*, vol. 19, n.º 76, p. 729, dic. 2019, doi: 10.15366/rimcafd2019.76.011.
- [54] «STATSports | APEX Athlete Series | GPS Performance Tracker». <https://statsports.com/> (accedido 4 de febrero de 2023).
- [55] «Overview — Panel v1.2.1». <https://panel.holoviz.org/> (accedido 11 de agosto de 2023).

## ANEXOS

### Anexo 1. Imágenes sin el sensor GPS para extraer los datos









**Anexo 2.** Imágenes con el sensor GPS para extraer los datos









**Anexo 3.** Datos de los jugadores de primera división de Orense SC

<b>Jugador</b>	<b>Posc</b>	<b>veloc</b>	<b>resist</b>	<b>defin</b>
<b>Marcos Acosta</b>	DF	90	90	80
<b>Rolando Silva</b>	PO	75	80	80
<b>Gabriel Achilier</b>	DF	90	90	80
<b>Leonardo Villagra</b>	DL	80	75	70
<b>Oscar Quinonez</b>	DF	90	90	90
<b>Marlon Quinones</b>	DF	80	85	90
<b>Alberto Assis</b>	CC	75	80	90
<b>Richard Calderon</b>	CC	90	90	90
<b>Segundo Portocarrero</b>	DF	80	75	80
<b>Julio Angulo</b>	DL	65	70	65
<b>Joao Rojas</b>	CC	70	80	75
<b>Robert Burbano</b>	CC	90	85	80
<b>Jacobo Kouffati</b>	CC	80	75	90
<b>Erick Pinas</b>	CC	85	90	90
<b>Miguel Andrade</b>	DL	90	85	90
<b>Gabriel Corozo</b>	DF	90	80	80
<b>Galo Corozo</b>	DF	70	80	85
<b>Wilmer Godoy</b>	CC	80	90	85
<b>Edson Montano</b>	DL	75	75	80
<b>Martin Alaniz</b>	CC	85	70	80
<b>Gilmar Napa</b>	PO	80	75	85
<b>Cristhian Solano</b>	DL	60	70	75
<b>Steven Ortiz</b>	CC	90	80	90

<b>Joel Molina</b>	CC	65	70	75
<b>Tommy Chamba</b>	CC	85	75	90
<b>Marlon Medranda</b>	DF	75	80	90
<b>Ulises Jimenez</b>	DL	90	90	90
<b>Bryan Quinonez</b>	CC	65	70	75
<b>Necsar Rojas</b>	DF	65	60	75
<b>Eduardo Suscal</b>	PO	65	75	75
<b>Giancarlos Terreros</b>	PO	65	80	75

#### **Anexo 4. Encuesta para la evaluación del prototipo por expertos**

**Objetivo:** Realizar una evaluación del sistema conforme a los estándares establecidos en la norma ISO 25010, con el propósito de verificar el grado de adhesión a los principios fundamentales de eficiencia y usabilidad.

<b>Valoración</b>	
1 - Totalmente en desacuerdo	
2 - En desacuerdo	
3 - Ni de acuerdo, ni desacuerdo	
4 - De acuerdo	
5 - Totalmente de acuerdo	
<b>I. Evaluación del Análisis</b>	
<b>Adecuación Funcional</b>	
¿Considera que el software identifica de manera precisa a los mejores titulares y suplentes para un equipo?	1-5
¿Las predicciones de titulares y suplentes se ajustan adecuadamente a las necesidades y tácticas del equipo?	1-5
<b>Eficiencia de Desempeño</b>	
¿Cómo calificaría la velocidad de generación de las predicciones de jugadores?	1-5
¿El software actualiza las predicciones de manera oportuna y en función de los cambios relevantes en el rendimiento de los jugadores?	1-5
<b>II. Evaluación de la Funcionalidad</b>	
<b>Funcionalidad</b>	
¿Siente que el software brinda recomendaciones precisas y fiables sobre los jugadores más adecuados para ser titulares y suplentes?	1-5

¿El software ofrece información detallada y relevante sobre las características y estadísticas de los jugadores sugeridos?	1-5
<b>III. Evaluación del Diseño de la Interfaz</b>	
<b>Usabilidad</b>	
¿La navegación por la dashboard y la interacción con los datos de rendimiento son intuitivas y fáciles de usar?	1-5
¿Los controles y filtros permiten a los usuarios explorar y personalizar las visualizaciones de datos según sus necesidades?	1-5
<b>Estética</b>	
¿El diseño visual de la interfaz es atractivo y armonioso, fomentando la experiencia positiva del usuario?	1-5
¿Los gráficos y visualizaciones utilizados en la dashboard son claros, informativos y estéticamente agradables?	1-5
¿La presentación de datos se realiza de manera clara y organizada para facilitar la comprensión del análisis de rendimiento de los jugadores?	1-5

### Anexo 5. Encuesta para la evaluación del prototipo por Usuarios

**Objetivo:** Realizar una evaluación del sistema conforme a los estándares establecidos en la norma ISO 25010, con el propósito de verificar el grado de adhesión a los principios fundamentales de eficiencia y usabilidad.

<b>Valoración</b>	
1 - Totalmente en desacuerdo	
2 - En desacuerdo	
3 - Ni de acuerdo, ni desacuerdo	
4 - De acuerdo	
5 - Totalmente de acuerdo	
<b>I. Evaluación del Análisis</b>	
<b>Adecuación Funcional</b>	
¿Considera que el software identifica de manera precisa a los mejores titulares y suplentes para un equipo?	1-5
¿Las predicciones de titulares y suplentes se ajustan adecuadamente a las necesidades y tácticas del equipo?	1-5
<b>Eficiencia de Desempeño</b>	
¿Cómo calificaría la velocidad de generación de las predicciones de jugadores?	1-5
¿El software actualiza las predicciones de manera oportuna y en función de los cambios relevantes en el rendimiento de los jugadores?	1-5
<b>Compatibilidad</b>	
¿El software demuestra un rendimiento óptimo incluso cuando se manejan grandes cantidades de datos de jugadores?	1-5
¿Encuentra que el software es compatible con diferentes sistemas de gestión de datos utilizados en el fútbol?	1-5
<b>II. Evaluación de la Funcionalidad</b>	

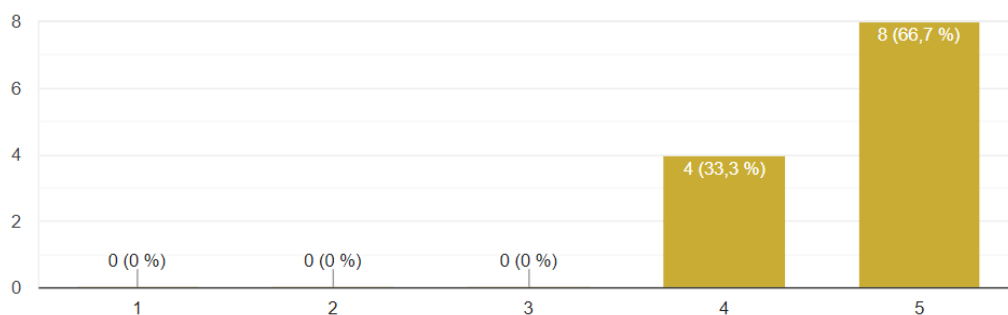
<b>Funcionalidad</b>	
¿Siente que el software brinda recomendaciones precisas y fiables sobre los jugadores más adecuados para ser titulares y suplentes?	1-5
¿El software ofrece información detallada y relevante sobre las características y estadísticas de los jugadores sugeridos?	1-5
<b>III. Evaluación del Diseño de la Interfaz</b>	
<b>Usabilidad</b>	
¿La navegación por la dashboard y la interacción con los datos de rendimiento son intuitivas y fáciles de usar?	1-5
¿Los controles y filtros permiten a los usuarios explorar y personalizar las visualizaciones de datos según sus necesidades?	1-5
<b>Estética</b>	
¿El diseño visual de la interfaz es atractivo y armonioso, fomentando la experiencia positiva del usuario?	1-5
¿Los gráficos y visualizaciones utilizados en la dashboard son claros, informativos y estéticamente agradables?	1-5
¿La presentación de datos se realiza de manera clara y organizada para facilitar la comprensión del análisis de rendimiento de los jugadores?	1-5

## Anexo 5: Resultados estadísticos de las encuestas

### Estadísticas de la encuesta de los Especialistas Deportivos

¿Considera que el software identifica de manera precisa a los mejores titulares y suplentes para un equipo?

12 respuestas



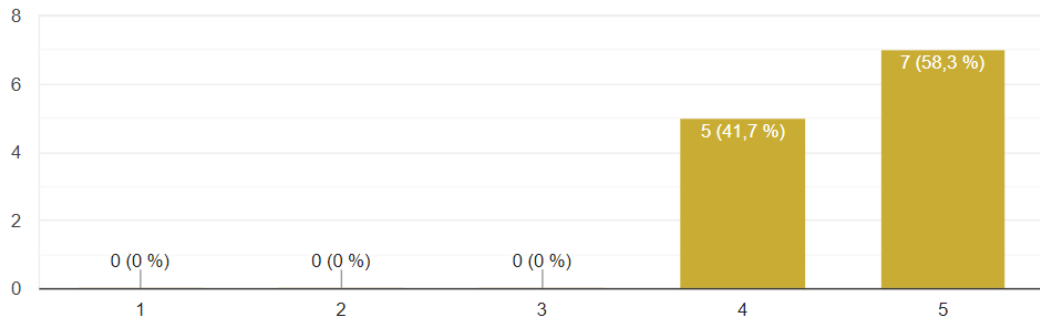
**Figura A 1:** Pregunta 1 de la encuesta Especialistas Deportivos

La **Figura A 1**, hace referencia a la visibilidad de la predicción de los Titulares y Suplentes, según el gráfico obtenido, cuatro (33,3%) de los expertos deportivos están de

acuerdo, ocho (66,7%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información de la predicación del sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Las predicciones de titulares y suplentes se ajustan adecuadamente a las necesidades y tácticas del equipo?

12 respuestas



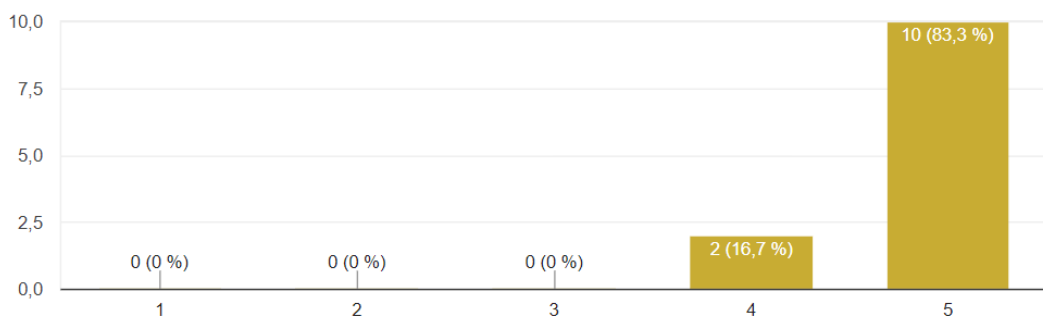
**Figura A 2:** Pregunta 2 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 2,** hace referencia a la predicación de los Titulares y Suplentes correspondiente a la decisión de los especialistas, si cumple o no con sus tácticas empleadas por el mismo, según el gráfico obtenido, cinco (41,7%) de los expertos deportivos están de acuerdo, siete (58,3%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información de la predicación del sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Cómo calificaría la velocidad de generación de las predicciones de jugadores?

 Copiar

12 respuestas



**Figura A 3:** Pregunta 3 de la encuesta Especialistas Deportivos

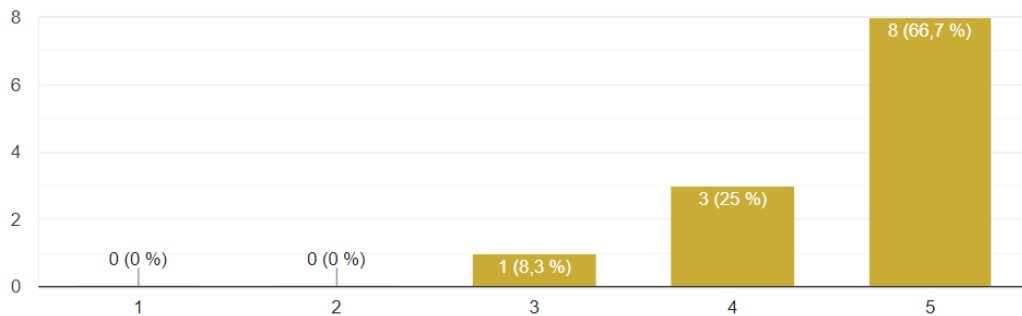
**La Figura A 3,** hace referencia a la velocidad que se representa la predicación de los jugadores, según el gráfico obtenido, dos (16,7%) de los expertos deportivos están de acuerdo, diez (83,3%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información y velocidad obtenida de la predicación del sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.



¿El software actualiza las predicciones de manera oportuna y en función de los cambios relevantes en el rendimiento de los jugadores?

 Copiar

12 respuestas



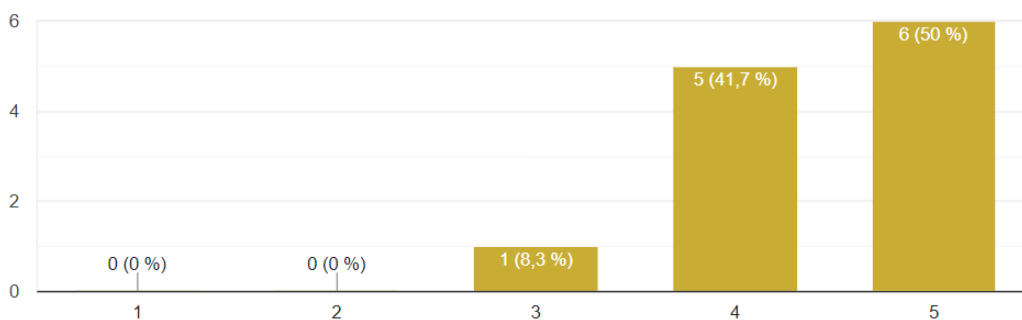
**Figura A 4:** Pregunta 4 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 4**, hace referencia a la actualización de las predicciones con diferentes datas de los rendimientos de los jugadores en diferentes fechas para los partidos, según el gráfico obtenido, uno (8,3%) de los expertos deportivos no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, tres (25%) están de acuerdo y ocho (66,7%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información obtenida de la predicación con diferentes datos en el sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Siente que el software brinda recomendaciones precisas y fiables sobre los jugadores más adecuados para ser titulares y suplentes?

 Copiar

12 respuestas



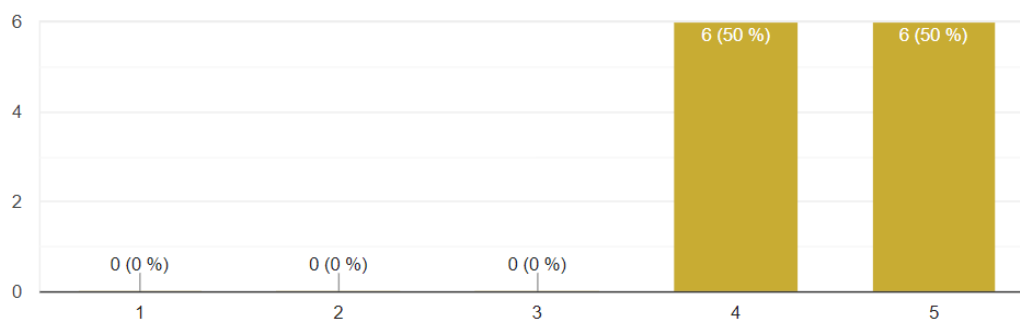
**Figura A 5:** Pregunta 5 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 5**, hace referencia a la satisfacción que presenta el director técnico sobre las recomendaciones estadísticas de los jugadores, según el gráfico obtenido, uno (8,3%) de los expertos deportivos no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, cinco (41,7%) están de acuerdo y seis (50%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información obtenida de los jugadores en el sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿El software ofrece información detallada y relevante sobre las características y estadísticas de los jugadores sugeridos?

[Copiar](#)

12 respuestas



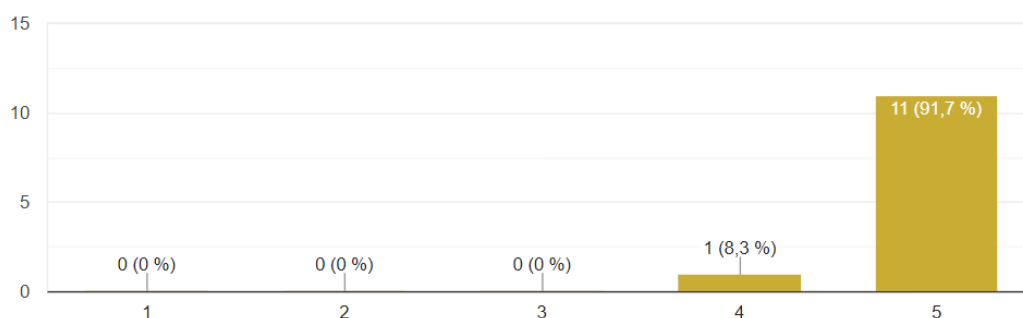
**Figura A 6:** Pregunta 6 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 6**, hace referencia a la información detallada de las estadísticas de los jugadores, según el gráfico obtenido, seis (50%) de los expertos deportivos están de acuerdo y seis (50%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información obtenida de las estadísticas de cada jugador en el sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿La navegación por la dashboard y la interacción con los datos de rendimiento son intuitivas y fáciles de usar?

[Copiar](#)

12 respuestas



**Figura A 7:** Pregunta 7 de la encuesta Especialistas Deportivos

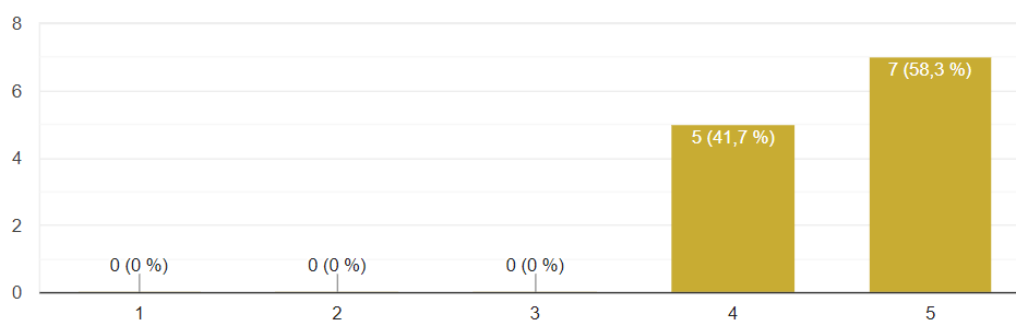
**La Figura A 7**, hace referencia a la navegación por el dashboard del sistema, según el gráfico obtenido, uno (8,3%) de los expertos deportivos están de acuerdo y once (91,7%) están totalmente de acuerdo con respecto a la navegación intuitiva por el dashboard para verificar el rendimiento de cada jugador, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.



¿Los controles le permiten explorar y personalizar las visualizaciones de datos según sus necesidades?

 Copiar

12 respuestas



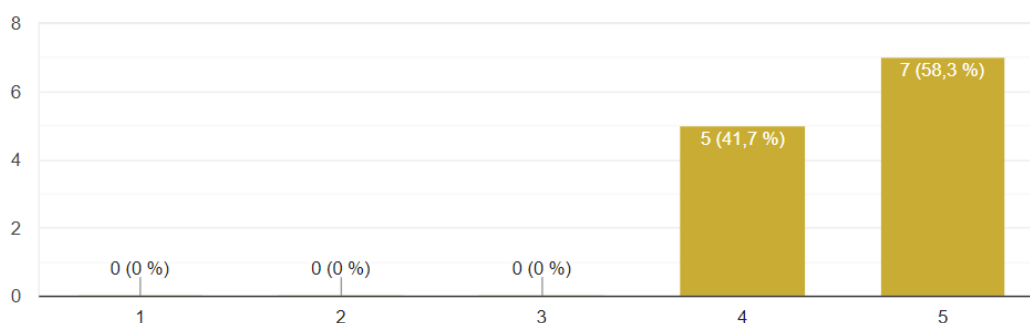
**Figura A 8:** Pregunta 8 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 8**, hace referencia a la interacción por el dashboard del sistema, según el gráfico obtenido, cinco (41,3%) de los expertos deportivos están de acuerdo y siete (58,3%) están totalmente de acuerdo con respecto a la interacción intuitiva por el dashboard, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿El diseño visual de la interfaz es atractivo y armonioso, fomentando la experiencia positiva del usuario?

 Copiar

12 respuestas



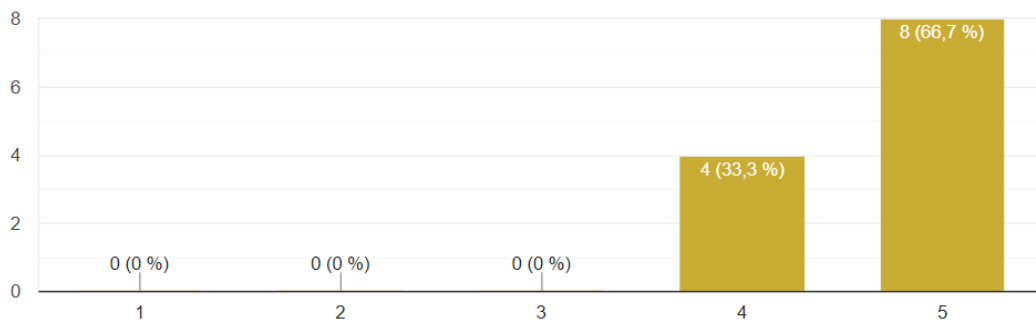
**Figura A 9:** Pregunta 9 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 9**, hace referencia al diseño visual de la interfaz gráfica del sistema, según el gráfico obtenido, cinco (41,3%) de los expertos deportivos están de acuerdo y siete (58,3%) están totalmente de acuerdo con respecto a la visualización del diseño, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Los gráficos y visualizaciones utilizados en la dashboard son claros, informativos y estéticamente agradables?

[Copiar](#)

12 respuestas



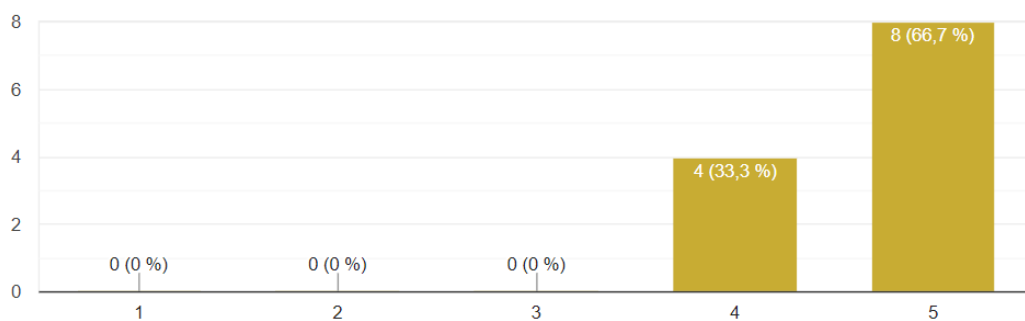
**Figura A 10:** Pregunta 10 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 10**, hace referencia al diseño visual de los gráficos correspondientes al dashboard, según el gráfico obtenido, cuatro (33,3%) de los expertos deportivos están de acuerdo y ocho (66,7%) están totalmente de acuerdo con respecto a la visualización de los gráficos, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿La presentación de datos se realiza de manera clara y organizada para facilitar la comprensión del análisis de rendimiento de los jugadores?

[Copiar](#)

12 respuestas



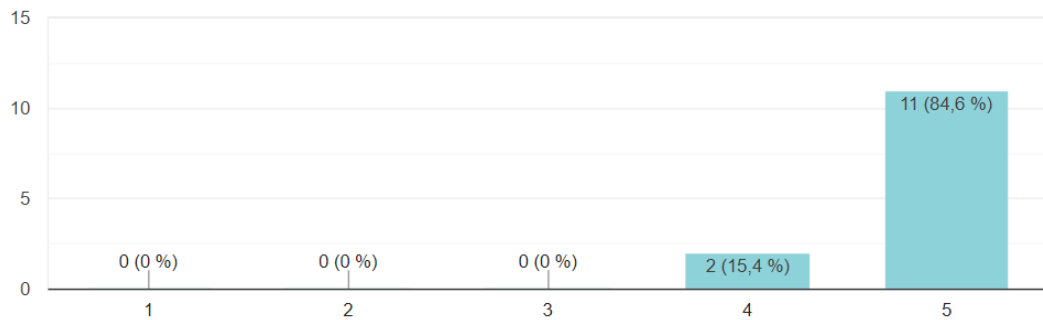
**Figura A 11:** Pregunta 11 de la encuesta Especialistas Deportivos

**La Figura A 11**, hace referencia al enfoque general de los datos generados en el sistema, según el gráfico obtenido, cuatro (33,3%) de los expertos deportivos están de acuerdo y ocho (66,7%) están totalmente de acuerdo con respecto a la visualización estándar de los datos, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

**Estadísticas de la encuesta de los Especialistas de Tecnología**

¿Considera que el software identifica de manera precisa a los mejores titulares y suplentes para un equipo?

13 respuestas

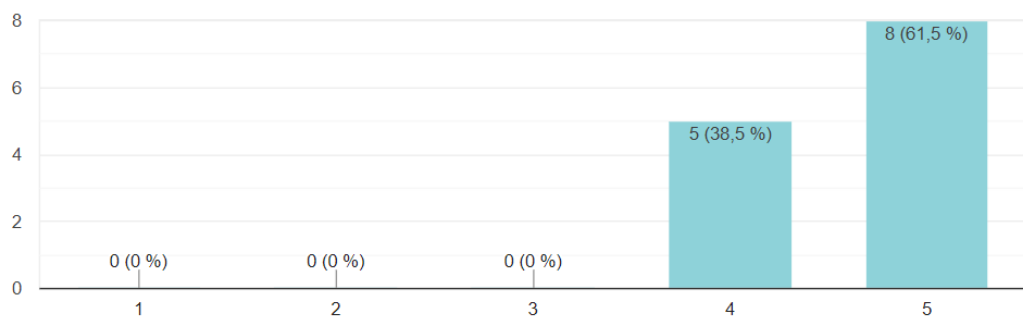


**Figura A 12:** Pregunta 1 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 12**, hace referencia a la visibilidad de la predicción de los Titulares y Suplentes, según el gráfico obtenido, dos (15,4%) de los expertos deportivos están de acuerdo, once (84,6%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información de la predicación del sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Las predicciones de titulares y suplentes se ajustan adecuadamente a las necesidades y tácticas del equipo?

13 respuestas



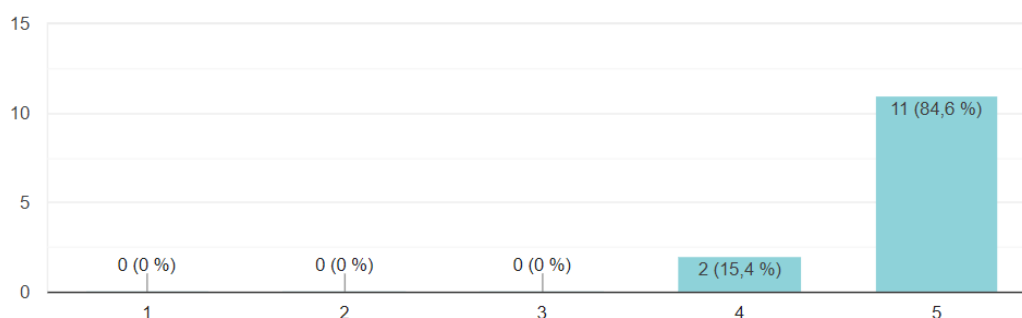
**Figura A 13:** Pregunta 2 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 13**, hace referencia a la predicción de los Titulares y Suplentes correspondiente a la decisión de los especialistas, si cumple o no con sus tácticas empleadas por el mismo, según el gráfico obtenido, cinco (38,5%) de los expertos deportivos están de acuerdo, ocho (61,5%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información de la predicación del sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Cómo calificaría la velocidad de generación de las predicciones de jugadores?

[Copiar](#)

13 respuestas



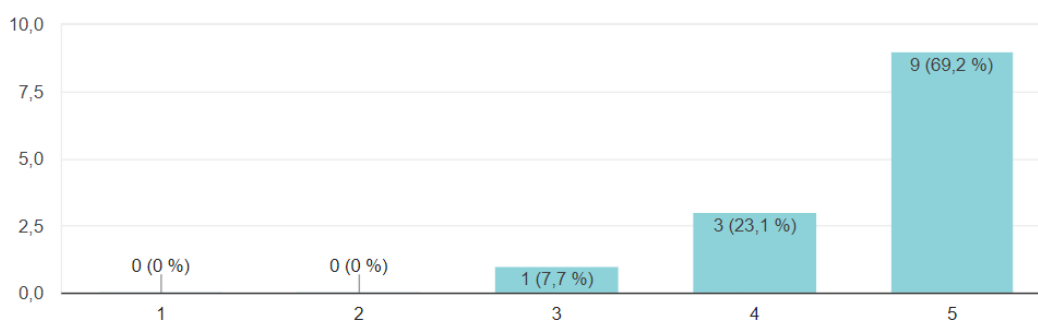
**Figura A 14:** Pregunta 3 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 14**, hace referencia a la velocidad que se representa la predicción de los jugadores, según el gráfico obtenido, dos (15,4%) de los expertos deportivos están de acuerdo, once (84,6%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información y velocidad obtenida de la predicación del sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿El software actualiza las predicciones de manera oportuna y en función de los cambios relevantes en el rendimiento de los jugadores?

[Copiar](#)

13 respuestas

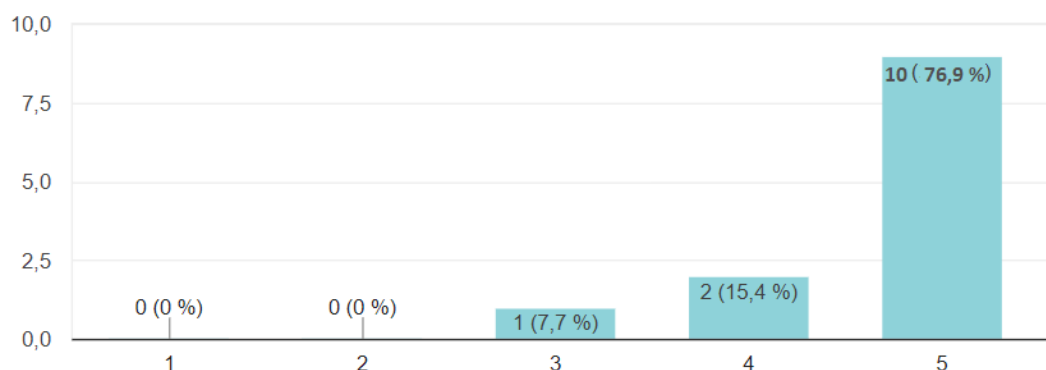


**Figura A 15:** Pregunta 4 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 15**, hace referencia a la actualización de las predicciones con diferentes datas de los rendimientos de los jugadores en diferentes fechas para los partidos, según el gráfico obtenido, uno (7,7%) de los expertos deportivos no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, tres (23,1%) están de acuerdo y nueve (69,2%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información obtenida de la predicación con diferentes datos en el sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿El software demuestra un rendimiento óptimo incluso cuando se manejan grandes cantidades de datos de jugadores?

13 respuestas



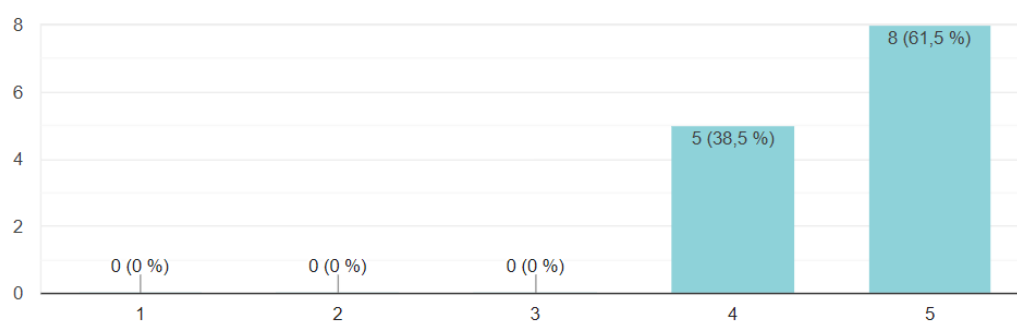
**Figura A 16:** Pregunta 5 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 16**, hace referencia a la implementación de grandes cantidades de datos en el sistema, según el gráfico obtenido, uno (7,7%) de los expertos deportivos no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, dos (15,4%) están de acuerdo y 10 (76,9%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información obtenida de la predicación probada con grandes cantidades de datos, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Siente que el software brinda recomendaciones precisas y fiables sobre los jugadores más adecuados para ser titulares y suplentes?

 Copiar

13 respuestas



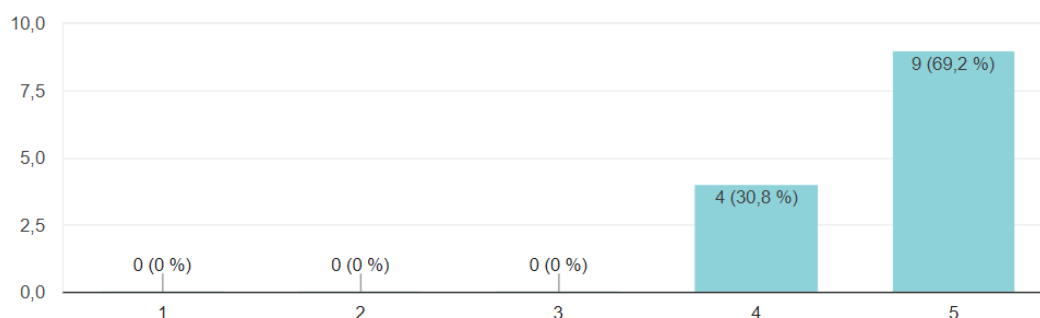
**Figura A 17:** Pregunta 6 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 17**, hace referencia a si la recomendación empleada por el sistema es precisa, cinco (38,5%) de los expertos deportivos están de acuerdo, ocho (61,5%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información brindada de los titulares y suplentes, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿El software ofrece información detallada y relevante sobre las características y estadísticas de los jugadores sugeridos?

 Copiar

13 respuestas



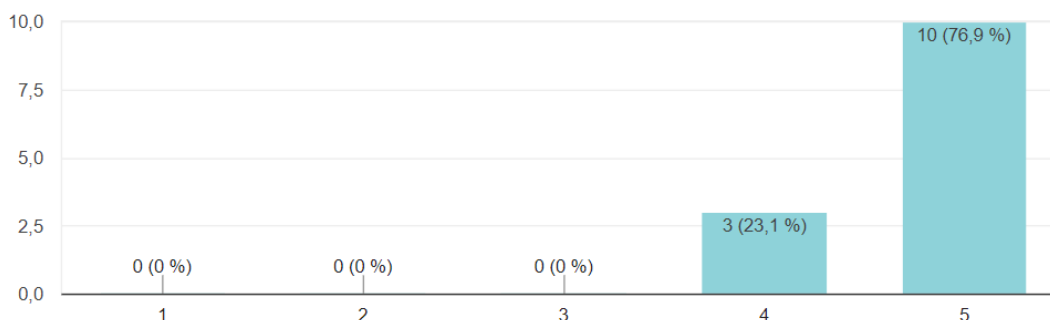
**Figura A 18:** Pregunta 7 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 18**, hace referencia a la información detallada de las estadísticas de los jugadores, según el gráfico obtenido, cuatro (30,8%) de los expertos deportivos están de acuerdo y nueve (69,2%) están totalmente de acuerdo con respecto a la información obtenida de las estadísticas de cada jugador en el sistema luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿La navegación por la dashboard y la interacción con los datos de rendimiento son intuitivas y fáciles de usar?

 Copiar

13 respuestas



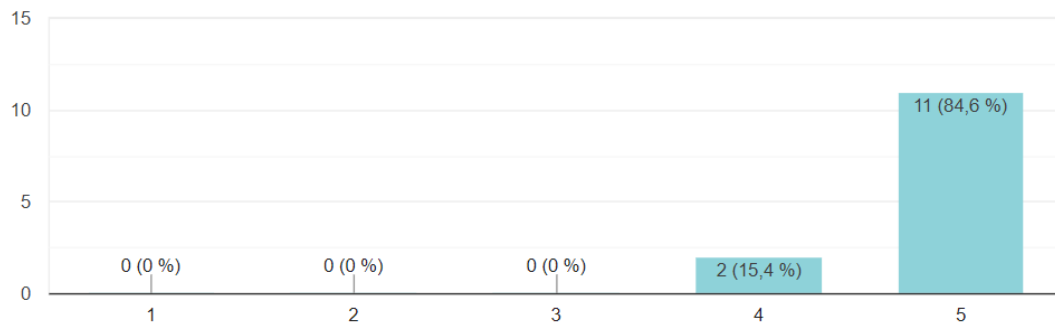
**Figura A 19:** Pregunta 8 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 19**, hace referencia a la navegación por el dashboard del sistema, según el gráfico obtenido, tres (23,1%) de los expertos deportivos están de acuerdo y diez (76,9%) están totalmente de acuerdo con respecto a la navegación intuitiva por el dashboard para verificar el rendimiento de cada jugador, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Los controles le permiten explorar y personalizar las visualizaciones de datos según sus necesidades?

[Copiar](#)

13 respuestas



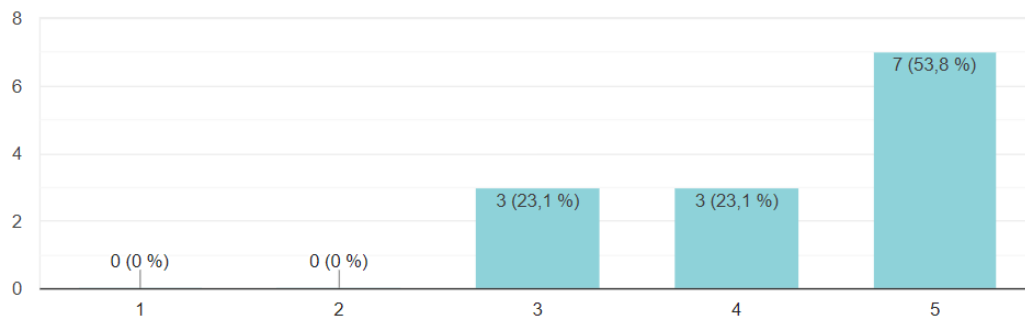
**Figura A 20:** Pregunta 9 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 20**, hace referencia a la interacción por el dashboard del sistema, según el gráfico obtenido, dos (15,4%) de los expertos deportivos están de acuerdo y once (84,6%) están totalmente de acuerdo con respecto a la interacción intuitiva por el dashboard, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿El diseño visual de la interfaz es atractivo y armonioso, fomentando la experiencia positiva del usuario?

[Copiar](#)

13 respuestas



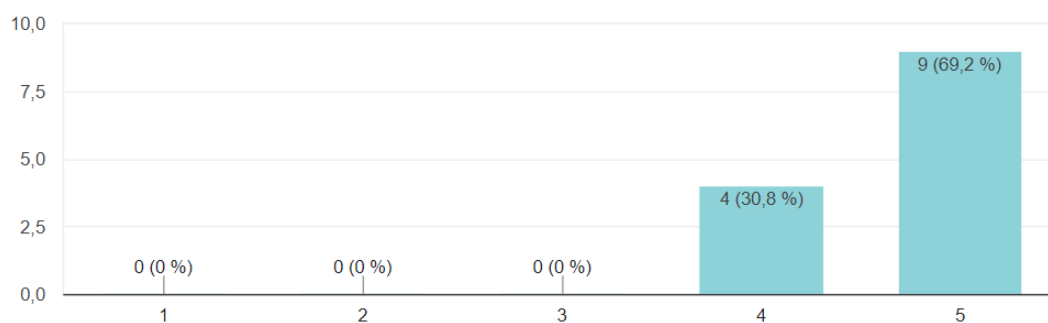
**Figura A 21:** Pregunta 10 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 21**, hace referencia al diseño visual de la interfaz gráfica del sistema, según el gráfico obtenido, tres (23,1%) de los expertos deportivos no están ni de acuerdo, ni en desacuerdo, tres (23,1%) están de acuerdo y siete (53,8%) están totalmente de acuerdo con respecto a la visualización del diseño, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿Los gráficos y visualizaciones utilizados en la dashboard son claros, informativos y estéticamente agradables?

[Copiar](#)

13 respuestas



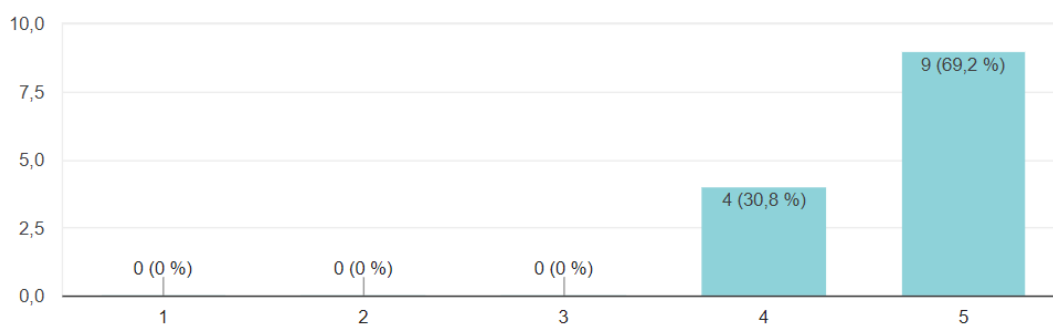
**Figura A 22:** Pregunta 11 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 22**, hace referencia al diseño visual de los gráficos correspondientes al dashboard, según el gráfico obtenido, cuatro (30,8%) de los expertos deportivos están de acuerdo y nueve (69,2%) están totalmente de acuerdo con respecto a la visualización de los gráficos, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.

¿La presentación de datos se realiza de manera clara y organizada para facilitar la comprensión del análisis de rendimiento de los jugadores?

[Copiar](#)

13 respuestas



**Figura A 23:** Pregunta 12 de la encuesta Especialistas de tecnología

**La Figura A 23**, hace referencia al enfoque general de los datos generados en el sistema, según el gráfico obtenido, cuatro (30,8%) de los expertos deportivos están de acuerdo y nueve (69,2%) están totalmente de acuerdo con respecto a la visualización estándar de los datos, luego de testear el Sistema DSS ShadowFut.