



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE MÉXICO

Modelo de Predicción Difuso para Encuentros de Fútbol Soccer Mexicano

TESIS

Que para obtener el Grado de

MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Presenta

Ing. Enrique Antonio Pedroza Santiago

Tutor Académico:

Dr. Héctor Rafael Orozco Aguirre

Tutores Adjuntos:

Dra. Maricela Quintana López

Dr. Víctor Manuel Landassuri Moreno



Atizapán de Zaragoza, Edo. de Méx. Diciembre de 2018

Resumen

En el contexto del fútbol soccer como en otros deportes, el resultado de un encuentro entre dos equipos depende o es afectado por varios actores y factores involucrados. Tales factores están inmersos en el entorno, como la altura, la presión atmosférica, el clima, el horario, mientras que en los actores entran en juego las decisiones del director técnico, la experiencia del árbitro, el apoyo de los aficionados, así como las habilidades deportivas de los jugadores, siendo las habilidades las que se tomaron en cuenta en este trabajo de investigación.

En esta tesis de maestría, se presenta la propuesta de un modelo de inferencia basado en lógica difusa, el cual fue usado para obtener una predicción o pronóstico para cada partido del Torneo Apertura 2018 de la Liga MX del fútbol mexicano. Para lograr este pronóstico, en primer lugar, fue necesaria la creación de reglas difusas a partir del análisis de las diferentes habilidades físicas, mentales y futbolísticas de cada jugador registrado en el torneo. Este análisis se realizó utilizando el conocido algoritmo de minería de datos PART, que se haya disponible en la plataforma Weka, con el objetivo de clasificar por posición predeterminada para jugar en el campo de fútbol aquellas habilidades que deben estar presentes en un jugador. Este análisis permitió refinar y concluir 41 reglas difusas para clasificar a un jugador según sus habilidades deportivas como un integrante malo, regular o bueno del equipo para jugar cada posible posición en la cancha, logrando evaluar de manera global al portero, los defensas, los medios y los delanteros de las alineaciones de los equipos local y visitante como malos, regulares o buenos. Seguidamente, mediante la aplicación de otras 243 reglas difusas se categorizó a cada equipo como malo, regular o bueno acorde a los globales de su alineación y respectivo ranking de Elo. Finalmente, mediante 9 últimas reglas difusas se obtuvo un pronóstico para cada equipo en un encuentro como ganador, perdedor, o bien, empate, respectivamente, sin arrojar un estimado de los goles que pueden ser anotados o recibidos por cada uno.

Con la puesta en marcha del modelo difuso propuesto, se pronosticaron un total de 153 partidos del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx, jugados a lo largo de 17 jornadas deportivas de 9 partidos cada una. Se obtuvo un porcentaje de resultados correctos cercanos al 50%, lo equivalente a una predicción correcta de 76 partidos. Este porcentaje es aceptable, considerando que sólo se tomaron en cuenta las habilidades mentales, físicas y deportivas de los jugadores, en conjunto con el ranking de Elo de cada equipo, excluyendo otros aspectos como el entorno, el historial de partidos disputados entre dos equipos o la experiencia y conocimiento de los árbitros, los cuales son variables que se pueden utilizar para complementar y mejorar el modelo con el fin de obtener un mayor porcentaje de resultados correctos.

Los principales hallazgos, como hitos y contribuciones de tener un trabajo de investigación como el que se propone aquí, radican en el hecho de que no ha sido posible encontrar ningún modelo similar en características en la revisión de la literatura del estado del arte, lo que hace a esta tesis única y novedosa. Además, el

modelo propuesto se puede adaptar y modificar para que se aplique en otras ligas alrededor del mundo, o bien, en otros contextos deportivos de una manera exitosa.

Abstract

In the context of soccer as in other sports, the outcome of a match between two teams depends or is affected by various involved actors and factors. Such factors are immersed in the environment such as height, atmospheric pressure, weather, schedule, while in the actors come into play the decisions of the technical director, the experience of the referee, the support of the fans, and the sporting skills of the players as well, being the skills the ones took into account in this research work.

In this master's thesis, the proposal of an inference model based on fuzzy logic is presented, which was used to obtain a prediction or forecasting for each match into the 2018 Open Tournament of the MX League of Mexican soccer. In the first place to achieve this forecasting, the creation of fuzzy rules was necessary when analyzing the different physical, mental and football skills for each registered player in the tournament. This analysis was done using the well-known PART data mining algorithm, which is available in Weka platform, with the aim of classifying by predetermined position to play on the soccer field those skills that must be present in a player. This analysis allowed to refine and conclude 41 fuzzy rules to classify a player according to his sporting skills as a bad, regular or good team member to play every possible position on the field, achieving a global assessment of the goalkeeper, the defenders, the midfielders and the forwards of the alignments of the home and visiting team as bad, regulars or goods. Next, by applying other 243 fuzzy rules, each team was categorized as bad, regular or good according to its global assessments for the positions of its alignment and respective Elo ranking. Finally, by means of 9 last fuzzy rules, a forecast for each team was obtained as winner, loser, or draw, respectively, without giving an estimate of the goals that can be scored or received by each one.

With the startup of the proposed fuzzy model, a total of 153 matches of the 2018 Open Tournament of the Mx League were forecasted, played along 17 sports days of 9 matches each one. A percentage of correct outcomes close to 50% was obtained, the equivalent to a correct prediction of 76 sport matches. This percentage is acceptable, considering that only the mental, physical and sporting skill of the players were taken into account, in conjunction with the Elo ranking of each team, excluding other aspects such as the environment, the disputed match history between two teams or the experience and knowledge of the referees, which are variables that can be used to complement and improve the model in order to obtain a higher percentage of correct outcomes.

The main findings as milestones and contributions of having a research work such as the one proposed here, lay down in the fact that in the literature review of the state of the art has not been possible to find any similar model in characteristics, which makes this thesis unique and novel. In addition, the proposed model can be adapted and modified to be applied in other leagues around the world, or in other sport contexts in a successful way.

Índice de contenidos

Índice de figuras	V
Índice de tablas	VII
Capítulo 1 . Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	8
1.4 Motivación	8
1.5 Hipótesis	9
1.6 Objetivos	9
1.6.1 Objetivo general	9
1.6.2 Objetivos específicos	9
1.7 Delimitación y alcances	10
1.8 Fundamentación inicial	11
1.8.1 Lógica difusa	11
1.8.2 Modelos difusos	12
1.9 Metodología	12
1.10 Publicaciones derivadas de este trabajo	13
1.11 Estructura de la tesis	14
Capítulo 2 . Modelos predictivos en el fútbol	15
2.1 Modelo de predicción basado en series temporales	15
2.2 Modelo de predicción basado en modelos ARIMAS	17
2.3 Modelo de predicción basado en redes neuronales artificiales (RNA)	17
2.4 Modelo de predicción basado en redes bayesianas	18
2.6 Modelo de predicción basado en AFND y teoría de juegos	19
2.8 Predicción de resultados deportivos con técnicas de Machine Learning aplicado al fútbol	20
2.9 Modelo predictivo mediante apuestas y simulaciones en el fútbol	20
2.10 Predicción de rendimiento en los encuentros de fútbol en la copa mundial FIFA Brasil 2014	20
2.11 Obtención de resultados futbolísticos por medio de Matemáticas	21

2.12 Métodos cuantitativos para la generación de rankings de selecciones de fútbol en las copas del mundo	21
2.13 Métodos estocásticos para la predicción de resultados en el fútbol Mexicano	21
2.14 Predicción de resultados en los encuentros de la FIFA basados en los intereses económicos.....	23
Capítulo 3 . Fútbol Mexicano.....	25
3.1 Liga BBVA Bancomer Mx	26
3.2 Sistema de competencia.....	28
3.2.1 Tabla general y liguilla	29
3.3 Tendencias y estadísticas	31
3.4 Ranking de Elo	31
3.4.1 Ranking de Elo en la Liga Mx.....	32
Capítulo 4 . Lógica difusa	35
4.1 Principio de incertidumbre.....	35
4.1.1 Métodos no numéricos	35
4.1.2 Métodos numéricos	36
4.2 Lógica difusa	36
4.3 Estructura de un sistema difuso	37
4.4 Ventajas y desventajas de los sistemas difusos	37
4.5 Aplicaciones de los sistemas difusos	38
4.6 Conjuntos difusos	38
4.7 Funciones de pertenencia.....	39
4.7.1 Trapezoidal.....	39
4.7.2 Triangular	40
4.8 Fusificación.....	41
4.9 Base de conocimientos.....	41
4.10 Reglas de inferencia	41
4.11 Defusificación.....	41
4.12 Aplicaciones de la lógica difusa en los encuentros deportivos y futbolísticos	42
Capítulo 5 . Modelo de predicción difuso para encuentros de fútbol soccer mexicano.....	45
5.1 Propuesta.....	45
5.2 Base de datos	45

5.3 Análisis de las habilidades de los jugadores.....	48
5.3.1 Asignación de habilidades a jugadores	48
5.3.2 Algoritmo PART	51
5.4 Definición de las reglas difusas en FCL.....	54
5.4.1 Evaluación de posiciones por habilidades	54
5.4.2 Evaluación de equipos por posiciones	59
5.4.3 Pronóstico y resultados por equipos	62
5.5 Casos de estudio	64
5.6 Discusión de resultados	69
Capítulo 6 . Conclusiones y trabajo futuro	89
Apéndice A. Diseño e implementación de un sistema de información de apoyo a la toma de decisiones en encuentros de la liga mx del fútbol soccer mexicano.....	93
A.1 Pantalla de Bienvenida	93
A.2 Pantalla de usuarios.....	94
A.3 Autenticar usuario.....	94
A.4 Menú principal administrador.....	95
A.5 Módulo torneos	96
A.6 Módulo de jugadores	96
A.6.1 Módulo habilidades.....	97
A.7 Módulo estadios.....	98
A.8 Módulo equipos.....	99
A.9 Módulo encuentros.....	100
A.10 Módulo pronósticos	101
A.11 Menú invitado	102
Referencias	105

Índice de figuras

Figura 1.1 Estructura de un modelo difuso. Obtenida y adaptada de Gómez (2005)	12
Figura 2.1 Modelo Quetzal. Obtenida de (Salazar, 2014)	16
Figura 2.2 Gráficas de resultados del modelo Quetzal. Obtenida de (Salazar, 2014)	16
Figura 2.3 Promedio de resultados por medio de modelos ARIMA. Obtenida de (Halicioğlu, 2005)	17
Figura 2.4 Resultados del modelo basado en RNA en la liga Española. Obtenida de (Martínez, 2013)	18
Figura 2.5 Menú principal del modelo de predicción basado en sistemas expertos. Obtenida de (Ortiz Espinoza & Torres Intriago, 2014)	19
Figura 2.6 Sistema de competencia por grupos. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)	21
Figura 2.7 Captura de encuentros por jornada. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)	22
Figura 2.8 Probabilidades de clasificación a la liguilla por equipos. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)	22
Figura 2.9 Probabilidad de victoria por equipo en un encuentro. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)	23
Figura 2.10 Ecuación para pronóstico de resultados por medio de intereses económicos. Obtenida de (Nelson, 2015)	23
Figura 3.1 Logo de la Liga Mx.....	27
Figura 4.1 Función trapezoidal.....	40
Figura 4.2 Función triangular	41
Figura 5.1 Esquema general de funcionamiento del modelo difuso propuesto	46
Figura 5.2 Esquema de la base de datos del modelo de predicción difuso	47
Figura 5.3 Información de equipos y valores pertenecientes.....	49
Figura 5.4 Información del club y planilla registrada.....	50
Figura 5.5 Información y conjunto de habilidades de un jugador	50
Figura 5.6 Elección de equipos para pronósticar encuentro.	65
Figura 5.7 Elección de jugadores para crear alineación del equipo Guadalajara	65
Figura 5.8 Valores globales por posición de la alineación del equipo Guadalajara.....	66
Figura 5.9 Valores globales por posición de la alineación del equipo Cruz Azul	66
Figura 5.10 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso de la alineación del equipo Guadalajara	67
Figura 5.11 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso de la alineación del equipo Cruz Azul.....	67
Figura 5.12 Pronóstico arrojado por el modelo de predicción difuso	67
Figura 5.13 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso del pronóstico de la alineación del equipo Guadalajara.....	68
Figura 5.14 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso del pronóstico de la alineación del equipo Cruz Azul	68
Figura 5.15 Resultado de encuentro Guadalajara vs Cruz Azul. Tomada y adaptada de www.ligabancomer.com	68
Figura A.1 Pantalla inicial del sistema de información de fútbol.....	93
Figura A.2 Selección de usuarios	94

Figura A.3 Apartado de identificación del usuario administrador.....	95
Figura A.4 Menú principal del administrador	95
Figura A.5 Módulo torneos	96
Figura A.6 Módulo jugadores.....	97
Figura A.7 Módulo para ligar habilidades a los jugadores	98
Figura A.8 Módulo estadios	99
Figura A.9 Módulo equipos.....	100
Figura A.10 Módulo Encuentros	101
Figura A.11 Selección de equipos para creación de pronóstico	102
Figura A.12 Selección de jugadores para creación de una alineación	102
Figura A.13 Menú invitado.....	103

Índice de tablas

Tabla 3.1 Equipos participantes en el torneo 2018-2019.....	27
Tabla 3.2 Conjunto de habilidades deportivas, físicas y mentales de los jugadores.....	28
Tabla 3.3 Tabla general del fútbol Mexicano. Obtenida y adaptada de www.ligabancomer.mx	30
Tabla 3.4 Ranking de Elo de los equipos del torneo apertura 2018 de la liga Mx.....	33
Tabla 5.1 Conjunto de reglas algoritmo PART	52
Tabla 5.2 Matriz de confusión algoritmo PART	53
Tabla 5.3 Habilidades que destacan por cada posición	53
Tabla 5.4 Funciones de pertenencia de las habilidades de los jugadores	54
Tabla 5.5 Funciones de pertenencia de las variables de salida de las habilidades de los jugadores.....	55
Tabla 5.6 Funciones de pertenencia de los valores globales por posiciones	60
Tabla 5.7 Funciones de pertenencia del valor global del equipo evaluado.....	60
Tabla 5.8 Funciones de pertenencia de los valores globales por equipo local y visitante	62
Tabla 5.9 Funciones de pertenencia de los equipos local y visitante para el pronóstico del encuentro	62
Tabla 5.10 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 1 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	71
Tabla 5.11 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 2 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	72
Tabla 5.12 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 3 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	73
Tabla 5.13 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 4 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	74
Tabla 5.14 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 5 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	75
Tabla 5.15 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 6 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	76
Tabla 5.16 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 7 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	77
Tabla 5.17 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 8 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	78
Tabla 5.18 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 9 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx	79
Tabla 5.19 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 10 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	80
Tabla 5.20 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 11 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	81
Tabla 5.21 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 12 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	82
Tabla 5.22 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 13 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	83
Tabla 5.23 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 14 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	84

Tabla 5.24 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 15 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	85
Tabla 5.25 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 16 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	86
Tabla 5.26 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 17 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	87
Tabla 5.27 Porcentajes de aciertos y errores obtenidos en cada jornada y de manera global en el Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.....	88

Capítulo 1 . Introducción

El fútbol es considerado uno de los deportes más importantes en México, y a su vez es el más practicado por jóvenes y adultos (Brüggemann, 2004), mismos que encuentran en éste una forma de distracción, un entrenamiento físico, así como en ocasiones tener la posibilidad de poder participar en diversas ligas tanto amateurs como profesionales.

El resultado de un encuentro (Lázaro, Bernal, & Olmos, 2014) depende casi siempre de la planeación del entrenador, de las habilidades y condición de los jugadores, además existen diversos factores que influyen, por ejemplo, el clima, el horario, la presión, la altura, así como el apoyo de la afición entre otros factores (Mocholí Arce & Sala Garrido, 2008).

Es posible observar en diversos casos que la suerte y el azar (Peñas, 2005), también influyen en el resultado final, pero es un elemento que poco actúa, ya que, si dependiera totalmente de la suerte, los entrenamientos, la condición física y demás factores no tendrían valor y, por lo tanto de poco o nada serviría esforzarse si al final no crea diferencia alguna (Ortiz Brizuela, 2013).

Junto con la suerte, el azar, el deporte y el gusto por el fútbol, también hay otro factor que está inmerso en un juego y, aunque a veces no es del todo visible, es una forma de meter emoción al encuentro y estas son las apuestas (Sedeño Castaños, 2018). Esta es una de las razones por las cuales diversas personas intentan crear pronósticos de los encuentros tomando en cuenta los equipos que participan, el buen o mal paso de estos y, qué jugadores se encuentran en cada uno, aunque en la mayoría de los casos estos resultados no son basados en alguna metodología o modelo.

1.1 Antecedentes

Este deporte surge en 1848 en la Universidad de Cambridge, pero en el pasado distintas culturas como la China, la Maya, la Tolteca, la Mexica, y otras alrededor del mundo habían practicado “juegos de pelota” muy parecidos a lo que actualmente se conoce como fútbol (Lucas & Torralba, 1995). Este tipo de juegos fueron creados con diferentes propósitos, por ejemplo, la cultura China tenía este juego como modo de entrenamiento, donde los soldados pateaban con gran fuerza la pelota contra la pared y tenían que hacerlo varias veces sin descanso, lo cual les otorgaba gran condición física y esta era una gran ventaja en la guerra. En cambio, las culturas prehispánicas utilizaban este juego como forma de resolver conflictos de guerra, de tierras, de territorio, incluso de poder. Para ellos este juego significaba algo sagrado, ya que la pelota es la representación del Dios sol, y el aro la luna, en la cual la pelota al atravesar esta meta, otorgaba el inicio de un nuevo día.

A lo largo del tiempo, el hombre tiende a resolver sus conflictos con diversos juegos, ya que el vencedor muestra una superioridad sobre su adversario, y como premio obtiene reconocimiento, honor y en ocasiones las pertenencias del contrario bajo un convenio denominado apuesta. En este tipo de situaciones pueden existir diversos resultados dependiendo del juego o deporte, aunque regularmente hay dos alternativas: perder o ganar.

Las apuestas han ido evolucionando con el paso del tiempo, las primeras culturas en hacerlo fueron la Griega y la Romana. La primera de ellas se concentraba en las grandes plazas y estadios cada cuatro años para apoyar a los participantes, dando origen a las olimpiadas. Esta cultura fue muy civilizada y tuvo grandes avances en ciencia, tecnología, astronomía, cultura, arte, deportes, filosofía entre muchas otras áreas, a la par de que fue una de las culturas con mayor número de deidades. La cultura romana hacía apuestas en el coloso o Partenón, el cual es un espacio donde gladiadores o luchadores se enfrentaban entre sí a muerte.

A partir de que, en los encuentros disputados, existía una clara tendencia a un ganador, se creó un esquema denominado “momio” (Salazar, 2014), el cual es la posibilidad de que un evento suceda o no suceda. Esto otorga la posibilidad a los usuarios de elegir a quien tiene mayor probabilidad de ganar, dando una ganancia muy pequeña, o en su caso arriesgar por quien tiene una menor o poca posibilidad, ya que, en caso de ganar, las ganancias resultan ser del 200% al 500%, donde los usuarios tienen que valorar porcentajes, antecedentes y pronósticos para saber si conviene elegir un equipo con mayor probabilidad de ganar, teniendo un pequeño margen de ganancias, o en su defecto, elegir a quien tiene menos posibilidades y generar grandes recompensas.

Las competencias han pasado por diversas actividades como las carreras de caballos, hasta deportes como el fútbol, donde para ganar una apuesta es por medio de quinielas (Salazar, 2014), las cuales son un juego tipo lotería basado en la liga mexicana de fútbol, donde aparecen la lista de todos los encuentros de primera división y del ascenso, y el jugador debe seleccionar el ganador de cada partido. Con el crecimiento y desarrollo de la Internet, este tipo de negocios han podido trasladarse a plataformas virtuales, ofreciendo herramientas de interacción con los usuarios con base en sus preferencias. Los usuarios pueden ingresar a estos medios con sólo registrarse para hacer sus apuestas por algún medio virtual, llámese depósito o tarjeta de crédito o de puntos, teniendo ventajas en algunos aspectos sobre las quinielas, tales como acceder a cualquier hora del día, ingresar desde un mínimo permitido y la principal es que pueden ingresar ya avanzado el partido a diferencia de la quiniela física que se ingresa unas horas antes del primer encuentro.

1.2 Planteamiento del problema

El trabajo planteado en (Cela, 2014), menciona que una predicción también denominada pronóstico, es el conocimiento anticipado de un hecho o suceso. Se

trata de prever fenómenos que están a punto de ocurrir y que pueden ser anticipados tomando los hechos pasados o datos históricos, como el inicio y término de un día o un ciclo.

El predecir, muchas veces es confundido con adivinar el futuro, ya que se toma como una visión anticipada exacta de los hechos, cuando realmente es la aproximación de un fenómeno. Ejemplo de ello es estudiar el comportamiento de las aves o mariposas monarca, se sabe que cada año emigran durante un período de tiempo, pero no se sabe con exactitud el día ni la hora de llegada.

Es posible anticipar algunos acontecimientos debido a su frecuencia y al estudio de las variables que lo componen. Existen fenómenos predecibles tales como las estaciones del año, a su vez existen otros que tienen una complejidad mayor como los terremotos. (Tarela, 2012), ha estudiado los sismos durante mucho tiempo y menciona que este fenómeno físico es parte de la naturaleza y como tal tiene un cierto grado de predicción. Es complejo crear modelos que estudien estos fenómenos debido a que los componentes no se miden de forma directa como el lugar donde se origina el episodio, el interior de la tierra y la falta de redes que monitoreen estos acontecimientos. Al pertenecer a una naturaleza caótica son muy cambiantes, y no tienen causas lineales.

En el caso del fútbol, como en otros deportes es por igual difícil y complejo hacer pronósticos siempre acertados, puesto que intervienen y se deben contemplar a los distintos actores y factores como elementos o variables, siendo los siguientes:

1. **Actores:** son todos aquellos integrantes físicos o personas que interactúan en un encuentro futbolístico. De estos, se tienen a los que siguen:
 - **Jugadores:** son los elementos más importantes en un partido, de la habilidad de cada uno de ellos y el trabajo conjunto depende en su mayoría el resultado final (Gómez Bayona, 2013), pero este puede verse modificado por otros factores, como las decisiones que tome el director técnico.
 - **Director técnico:** este personaje es quien dirige y toma las decisiones como la táctica, la alineación, las jugadas y organización del equipo, una buena o mala planeación puede influir en el resultado (Ortiz Espinoza & Torres Intriago, 2014).
 - **Árbitro:** es quien dirige el juego y hace cumplir el reglamento. La apreciación que tenga de las jugadas, las sanciones hacia algún jugador las interrupciones del juego y el tiempo agregado pueden influir en el partido. Un equipo puede tener una dinámica y el interrumpir el juego de forma seguida rompe con las jugadas y el equipo pierde entusiasmo. Otra situación puede resultar al sancionar un jugador con tarjeta de amonestación, que al estar en situación de riesgo de expulsión muchas veces su rendimiento puede disminuir (Marrero, 2007).

- **Afición:** tomando en cuenta a (Llorens, 2011), el papel de la afición es un tanto complejo ya que su función es diversa y aunque no es del todo visible, puede influir. Los aficionados invierten tiempo y dinero en apoyar al equipo con el cual se sienten identificados. Al existir un ingreso económico los equipos pueden contratar refuerzos de modo que los resultados sean favorables y la afición continúe en la dinámica. Dentro del estadio el ambiente que lleguen a fomentar los aficionados puede animar a su equipo y a su vez opacar, al contrario, y el estado de ánimo crea un juego favorable para uno de ellos. Finalmente, la falta de apoyo puede crear un ambiente desolado y el juego puede resultar un aburrido.
2. **Factores:** se refieren a todo aquello que puede incidir en el rendimiento de los jugadores y así afectar el resultado de un encuentro. En estos se localizan a los siguientes:
- **Entorno:** es todo aquello existente dentro y fuera del lugar del encuentro. Este se compone regularmente por lo que a continuación se describe:
 - **Altura:** la distancia existente entre un espacio y el nivel del mar es conocido como altitud (Carrión & Rodríguez, 2014). Esta se mide de forma vertical y tiene cierta influencia biológica sobre los deportistas. El oxígeno llega a disminuir por la falta de hemoglobina en la sangre y el rendimiento baja. Es por ello que equipos que se encuentran en zonas altas como en el caso del equipo Toluca o Pachuca pertenecientes al Estado de México y a Hidalgo respectivamente pueden tener una mejor condición con respecto a equipos que se encuentran a nivel del mar como el caso del equipo Tiburones Rojos de Veracruz.
 - **Presión:** la presión atmosférica se relaciona de forma directa con la altura. A mayor altura menor presión. El aire se calienta con el contacto con la superficie de la tierra, por esta razón en zonas a nivel de mar el clima se vuelve más caluroso (Rebelo, y otros, 2013). Equipos que jueguen en lugares cercanos a playas pueden tener ventaja sobre aquellos de la ciudad.
 - **Clima:** la temperatura, la humedad, y el lugar de encuentro influyen en el clima y en la condición del juego (Rebelo, y otros, 2013). Los equipos que juegan en zonas cálidas o calurosas o en su caso aquellos que están acostumbrados a climas muy fríos, pueden tener un mejor rendimiento en determinado horario o bajo diferentes condiciones climáticas que aquellos que jueguen en un clima contrario.

- **Cancha:** es aquel espacio donde se llevan a cabo los encuentros (Carrión & Rodríguez, 2014). La mayoría de los estadios tiene un empastado natural, el cual es conocido por la mayoría de los equipos y permite un mayor control del balón. Existen otros con cancha sintética, en esta la pelota tiene mayor velocidad y bote y el equipo local puede contar con una ventaja ya que reconoce el estadio mejor que su contrincante. Estas condiciones se conjugan con el lugar donde se encuentre ubicado el estadio.
- **Horario:** a lo largo del día el clima puede variar, en ocasiones, es más caluroso, mientras que más se acerca la noche la temperatura baja. Hay equipos acostumbrados a jugar a medio día donde el sol tiene un mayor impacto y un jugador puede deshidratarse de forma más rápida y su rendimiento baja. Estos pueden tener ventaja sobre equipos que están acostumbrados a jugar durante la noche, en zonas muy frías o donde nieva de forma constante (Camacho, del Corral Cuervo, & González, 2017).
- **Intereses económicos:** en diversas ocasiones se llegan a suscitar encuentros en donde el resultado es de gran importancia, ejemplos de ello son el ascenso y descenso de un equipo, o bien, la final donde se determina al campeón. Esto se debe a que existen equipos que tienen un gran arraigo entre la población, lo cual se traduce en un gran ingreso económico. Los equipos campeones tienen la posibilidad de vender productos con su marca. En el caso del equipo que ascienda, este puede atraer a más afición, mientras que el equipo que descienda pierde entre el 80 y 90% del valor de su franquicia (Barbieri & Annocaró, 2008). Si un equipo popular descendiera, el valor de la liga disminuiría y se volvería menos atractiva internacionalmente.

Existen diversos modelos estadísticos o probabilísticos como las redes bayesianas (Cooper & Herskovits, 1992), que intentan encontrar un resultado a un fenómeno basándose en la probabilidad de que ocurra un hecho u otro. La mayoría de estos modelos analizan datos que son conocidos y los trasladan al presente, pero al hacer esto excluyen otros que pudieran servir. Los métodos estadísticos toman los resultados de torneos anteriores, pero no toman en cuenta que año con año los equipos sufren modificaciones y los encuentros pueden variar.

Las redes neuronales artificiales (Montaño Moreno, 2002), los modelos Arima (De Arce & Mahía, 2001), los procesos estocásticos (Rincón L. , 2011), la teoría clásica de conjuntos (Ramírez R. , 2014), son sólo algunos modelos que pueden ser usados en el desarrollo de predicciones, pero existen diversos factores o condiciones que se presentan durante un encuentro futbolístico y que quedan fuera del contexto de estos. Ejemplo de ello es la habilidad de los jugadores y la experiencia que llegan a adquirir con cada encuentro o con el entrenamiento diario. Estos modelos tienen características que pueden emplearse en diversas situaciones y que pueden realizar un pronóstico más exacto dependiendo del fenómeno en causa, algunos toman datos basándose en temporadas como la de lluvias o ciclones, otros se basan

en la suerte o toman las causas que impulsan a ocurrir un hecho y analizan la posibilidad de que ocurra de nuevo en un futuro.

Otra forma de aproximarse a un pronóstico es mediante la llamada teoría de juegos (Fudenberg & Tirole, 1996), la cual considera la estrategia del contrario para obtener el mayor beneficio. Esta teoría calcula la esperanza matemática y otorga un beneficio medio, calculado por el producto de la posibilidad de que un hecho suceda. Es así que conviene más apostar cuando la ganancia se maximiza, ya que, aunque las estadísticas estén en contra, es mayor el beneficio que el perjuicio.

Una manera de poder realizar un pronóstico rápido es por medio de la lógica tradicional y el sentido común, mediante esta se analizan diversos factores como el que un equipo que ha ganado diversos encuentros siga manteniendo su buen paso, mientras aquel que ha perdido en constantes ocasiones tenga esta tendencia. Otro ejemplo es considerar un histórico donde un equipo predomine sobre otro a lo largo de diversos torneos, así como el jugar en calidad de local o visitante.

En ocasiones, al utilizar la lógica clásica se dificulta el trabajar con aspectos que no cumplan con un valor fijo, por lo cual en diversos trabajos de investigación se han apoyado de la lógica difusa (Klir & Yuan, 1995), la cual crea modelos matemáticos que son útiles para solucionar estos problemas. La finalidad de esta, es obtener un resultado preciso de aquellos datos imprecisos o de parámetros indeterminados o numéricos, ejemplo de ello es determinar la altura de una persona, el reconocer si esta es alta, baja o de estatura media y hasta qué punto se encuentra en un rango u otro.

Este trabajo de tesis trabajará bajo el paradigma de la lógica difusa (Hayward, 2003), el cual pretende tomar las habilidades de los jugadores y el ranking de Elo (Gásquez & Royuela, 2016) de cada equipo para intentar dar un resultado acertado, como ganar, perder o empatar, pero sin dar el porcentaje de goles anotados por cada equipo, mediante la propuesta de un novedoso modelo de predicción difuso.

En diversos países del mundo como los Estados Unidos y recientemente en México, existen lugares dedicados a dar pronósticos deportivos y guiar a los usuarios a tomar una decisión de un posible ganador. Estos sitios son conocidos como casas de apuestas, pero es posible observar que pocas veces llegan a acertar en algún resultado. Esto se debe a que el análisis que realizan no está basado en un modelo predictivo. Estas casas siempre ponen como favorito a aquel equipo en el cual se tenga que pagar una menor cuota y casi nunca toman en cuenta las demás variables que puedan participar. Actualmente, los sitios más conocidos que cuentan con una licencia son: Caliente (anteriormente conocido como casino de agua caliente), bet365, Apuesta24, Bet9, Titanbet, entre otros.

La liga mexicana, denominada comúnmente “Liga MX” (Mx, s.f.), es un torneo donde al 2018 participan un total de 18 equipos, los cuales se enfrentan todos contra todos y al final los 8 mejores se enfrentan en una nueva instancia denominada liguilla donde se obtienen 2 equipos que jugarán la final para determinar al campeón del

torneo actual. Este sistema de competencia permite a todos los equipos tener las mismas oportunidades de ganar el campeonato y de ser protagonistas, caso distinto a torneos donde uno o dos equipos predominan la liga y al mismo tiempo son los únicos que son campeones. El torneo mexicano a diferencia de otros, es una competición muy cambiante y con diferentes variables, lo cual lo hace muy difícil de pronosticar. Esto puede ser observado cuando el equipo que va en último lugar en diversas ocasiones ha ganado a aquel que va en primer lugar (Torres Dávila & García Cebrián, 2012).

Para poder observar lo cambiante del fútbol nacional, es posible aplicar un sistema denominado ranking de Elo (Mocholí Arce & Sala Garrido, 2008). Este método es un sistema de clasificación utilizado para ordenar a los equipos de fútbol profesional otorgándole puntos por cada encuentro disputado y ganado. Originalmente se creó para el ajedrez, pero con el paso del tiempo se pudo adaptar a otras competencias. Este sistema de clasificación aplicado al fútbol mexicano según la FIFA (Fédération Internationale de Football Association, 2018) entre el primer lugar y el último existe una diferencia de 300 puntos, mientras que, en otras, como la liga española, existe un rango de hasta 1000 puntos.

Analizando lo anterior, es posible entender que al existir tan poca diferencia entre un equipo y otro, no hay alguno que predomine en la liga mexicana y se pueda observar que cada jornada existan muchas sorpresas, aunque en los últimos años hay equipos que tienen diversas temporadas estando entre los mejores, mientras que hay otros que se mantienen siempre en la parte baja de la tabla general o luchan por no descender. Es así que la Liga Mx, en específico el Torneo Apertura 2018 torneo, es atractivo para poder aplicar el modelo de predicción difuso que se propone en este trabajo de tesis.

Este trabajo de investigación estará fundamentado en la lógica difusa, la cual brinda la posibilidad de trabajar bajo un esquema de incertidumbre que se maneja de forma diaria en el entorno futbolístico. Mediante este modelo lógico, se tiene la posibilidad de percibir de mejor manera los conocimientos imprecisos o ambiguos que con frecuencia se encuentran inmersos en el contexto futbolístico. Mediante el modelo de predicción difuso se pretende obtener el resultado de un encuentro futbolístico sin dar la cantidad de goles anotados y recibidos por cada equipo, donde las posibilidades son ganar, empatar o perder. Para tal pronóstico, se tomarán en cuenta las habilidades físicas, mentales y deportivas de cada jugador, así como el ranking de Elo cada equipo. En el capítulo 5 se expondrá por completo el funcionamiento del modelo y los resultados obtenidos al hacer el pronóstico o predicción de los partidos disputados en las 17 jornadas del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx.

1.3 Justificación

La elección de la lógica difusa para proporcionar un modelo de predicción de encuentros de fútbol soccer está soportada en el hecho de que esta brinda la posibilidad de crear modelos basados en reglas, los cuales son capaces de asistir una conveniente toma de decisiones cuando existe incertidumbre en los datos (Mendel, 2001).

El modelo de predicción difuso aquí presentado ofrece la posibilidad de:

- Obtener un pronóstico y mostrarlo de manera sencilla, esto es posible al manejar información vaga e imprecisa sobre los jugadores y los equipos del Torneo Apertura 2018 de la Liga MX, así como de sus habilidades y ranking de Elo respectivos.
- Contemplar los actores y elementos que interactúan en un contexto deportivo como lo son las habilidades de los jugadores las cuales quedan fuera del contexto de otros modelos de pronóstico de encuentros futbolísticos.
- Crear reglas de inferencia difusa para tener un pronóstico dependiendo de la evaluación global de las posiciones de las alineaciones rivales en un partido así como de su evaluación global del ranking de Elo.
- Obtener el resultado de un encuentro futbolístico en un nivel de ganar-perder o empatar sin la necesidad de especificar las anotaciones realizadas por cada equipo.
- Manejar diversas opciones de alineaciones donde el equipo perdedor modifique su estrategia para que tenga mayor posibilidad de ganar o al menos empatar el juego.

Es posible crear un modelo predictivo mediante la definición y aplicación de reglas de inferencia del tipo Si-Entonces, tomando como variables las habilidades de los jugadores para determinar qué tan bueno es un jugador, así como un equipo y de esta manera determinar qué posibilidad se tiene de vencer a su rival.

1.4 Motivación

El crear un modelo capaz de tomar los diversos elementos que interactúan en un encuentro futbolístico y poder arrojar un pronóstico lo más exacto posible, es lo que impulsa el desarrollo de este trabajo, mismo que servirá de apoyo en la toma de decisiones para conocer de manera anticipada un ganador.

Tomar el ranking de Elo como un elemento que contribuya y apoye, siendo este un aspecto del buen o mal paso que tienen los equipos a lo largo del torneo, de esta

manera es posible tener una mejor información para que el resultado arrojado sea el más cercano posible.

La principal motivación de este trabajo es el explorar nuevas formas de pronosticar posibles escenarios y resultados futbolísticos utilizando un modelo de inferencia basado en lógica difusa.

1.5 Hipótesis

A partir de las habilidades físicas, mentales y deportivas de los jugadores, y el ranking de Elo de los equipos, es posible crear un modelo difuso, el cual permitirá obtener pronósticos de encuentros futbolísticos de la Liga Mx donde:

- Se determinará un resultado global en un nivel de ganar, perder o empatar. Esto sin la necesidad de concluir la cantidad de goles anotados por cada equipo.
- Se identificará la forma en cómo a partir de las habilidades se puede obtener evaluaciones globales de las posiciones de la alineación de cada equipo, así como de su respectivo ranking de Elo. Estos globales serán la base para evaluar de manera global a los equipos y con ello obtener un pronóstico final.

1.6 Objetivos

En el presente trabajo de tesis se plantean los siguientes objetivos:

1.6.1 Objetivo general

Crear un modelo difuso para el pronóstico de resultados de los encuentros futbolísticos de la Liga Mx del fútbol soccer mexicano.

1.6.2 Objetivos específicos

De manera particular, se podrá verificar y cumplir con los siguientes objetivos:

- Identificar los elementos que participan en un encuentro de fútbol y su relación con el resultado.
- Crear parámetros que permitan generar el pronóstico del resultado de los encuentros futbolísticos.
- Utilizar el ranking nacional de Elo para poder determinar una probabilidad de victoria de cada equipo y ajustarlo con las reglas difusas para un pronóstico final.

- Determinar la información que podrá generar una base de datos mediante el gestor MySQL.
- Crear las reglas del modelo difuso a partir de la base de datos creada.
- Crear una interfaz que podrá mostrar a los usuarios los pronósticos de los encuentros deseados.

1.7 Delimitación y alcances

Se trabajará con los datos relacionados a las habilidades físicas, mentales y futbolísticas de cada jugador, las cuales tienen valores que se encuentran en un rango de 0 a 100 dependiendo del nivel de cada uno de ellos; estas habilidades se pueden encontrar en la página oficial de la FIFA. El modelo trabajará con estos datos junto con el ranking de Elo y arrojará resultados de encuentros futbolísticos de la primera división mexicana conocida como "Liga Mx". Para poder realizar este proceso, se utilizará una alineación determinada de (1-4-3-3), esto significa tener un portero, 4 defensas, 3 medios y 3 delanteros, esto debido a que es una de las alineaciones más utilizadas por los directores técnicos, además de que no se plantean demasiado jugadores por cada posición, sino que mantiene un equilibrio entre estas. Esta alineación no podrá modificarse ya que se encuentra determinado en el modelo, además que no se toman en cuenta los posibles cambios que el técnico realice, esto se debe a que el objetivo del modelo difuso es crear un pronóstico antes de iniciado el encuentro.

Se tomará en cuenta el ranking de Elo a nivel nacional de modo que sea posible obtener parámetros y estos puedan servir como referencia en futuros encuentros.

Se podrá determinar un pronóstico por cada encuentro, dando como resultado al equipo que tiene una mayor posibilidad de ganar.

No se tomará en cuenta el historial de goleo ni los resultados de años anteriores, debido a que cada torneo los clubes se renuevan y las características del equipo, la formación y alineación se modifican.

Se hará uso del algoritmo PART (Berry, 2004) para obtener reglas, las cuales servirán como base para la creación de reglas difusas.

Los datos recopilados de cada equipo estarán almacenados en el gestor de base de datos MySQL, la cual contendrá información de los jugadores, sus habilidades, los equipos a los que pertenecen, entre otros elementos. Existirá una interfaz de interacción entre los datos recopilados y la interfaz creada.

La interfaz será creada en el lenguaje Java. Este lenguaje de programación tiene la capacidad de trabajar con un conector de interfaz a MySQL, de una forma sencilla, además de tener clases que permiten obtener reglas o secuencias con las cuales el modelo difuso puede trabajar.

Fuzzy Control Language (FCL) (Durán, 2014), será el lenguaje para definir las reglas del sistema de inferencia difuso, el cual es compatible con los paquetes de clases e interfaces Java de la biblioteca jFuzzyLogic (Cingolani, 2013). Cabe destacar que FCL es un estándar incluido en el International Electrotechnical Commission (IEC) (Passino, 2008).

1.8 Fundamentación inicial

1.8.1 Lógica difusa

Las aplicaciones derivadas de la lógica difusa han crecido considerablemente debido a que abarca aspectos más complejos o conceptos con cierto grado de vaguedad. Ésta se considera una lógica alternativa o extensiva a aquella que maneja la lógica clásica. De forma diaria es posible encontrarse con situaciones imprecisas las cuales el ser humano analiza de forma razonada y guarda esa información para situaciones similares posteriores.

Referenciando a (Luna, 2002), la lógica difusa surgió a mediados de los años 60's como una herramienta de apoyo en la industria en el manejo de diversos procesos complejos, aunque actualmente se utiliza en otras áreas como la electrónica, el hogar, videojuegos, entretenimiento en modelos de predicción y en sistemas expertos. Esta lógica se caracteriza por trabajar con información incierta o con un grado de incertidumbre, la cual define grados de pertenencia en los fenómenos estudiados. Caso contrario a la lógica clásica que se maneja mediante valores definidos y precisos donde un ente pertenece a un grupo u otro.

Este modelo maneja cierto grado de incertidumbre en los datos o conceptos con los que llega a trabajar, estos pueden entrar dentro de un rango donde se puede pertenecer o no a un conjunto. El concepto "difuso" se entiende como algo que no está del todo claro o donde existe ambigüedad, por lo cual esta imprecisión existe en aquellos objetos de estudio y no en la lógica misma (Romero M. , 2000).

Este tipo de lógica permite trabajar con información indeterminada mediante reglas que definen acciones dependiendo del caso, o de la situación planteada, es decir que al manejar diversas problemáticas pueden existir distintos tipos de soluciones.

A mediados de la década de los 70, comienzan a emplearse sistemas expertos en diversos aspectos de la vida cotidiana tales como en aparatos electrodomésticos, o dentro de la vida laboral como es la maquinaria industrial, pero conforme surgían diversos inconvenientes había que solucionarlas, pero en ocasiones estas variables eran demasiadas y ya no era posible atender todas. El empleo de este modelo surge

a partir de la necesidad de crear soluciones donde existan alternativas a diversas problemáticas.

La lógica difusa crea modelos matemáticos capaces de interpretar conceptos ambiguos del conocimiento del experto. También es posible aplicarse sistemas de control donde se requiere realizar mediciones las cuales no son del todo accesibles, o donde al ajustar una variable pueda derivar en el desajuste de otras.

La lógica difusa es aplicada en diversas áreas y ámbitos de la vida cotidiana tales como en el control de aparatos electrónicos como lavadoras, estéreos musicales, control de ascensores, de trenes y de otros tantos. De igual forma se utiliza en sistemas expertos, control de tráfico, control de plantas eléctricas, reconocimiento de patrones, así como en la predicción de fenómenos.

Son diversas las ventajas que ofrece este modelo, donde aquellas que más destacan son la flexibilidad, la posibilidad de trabajar bajo conceptos ambiguos, la posibilidad de tener soluciones a problemas no lineales, así como el apoyarse del conocimiento de un experto.

1.8.2 Modelos difusos

Al encontrarse con información imprecisa es posible crear reglas capaces de formar un modelo difuso para el control de un sistema. Estos modelos tienen una función diferente a los de control de sistemas convencionales. Los sistemas difusos tienen la posibilidad de usar el conocimiento de un experto y dar la posibilidad al sistema de poder tomar decisiones bajo ciertas condiciones.

Para poder modelar un sistema difuso es necesario crear un conjunto de reglas o pasos que permitiría a una persona tener el control de un proceso y una vez logrado, crear acciones para que el sistema actúe de forma autónoma para lo cual fue diseñado.

Es posible observar la estructura de un sistema difuso en la figura 1.1.

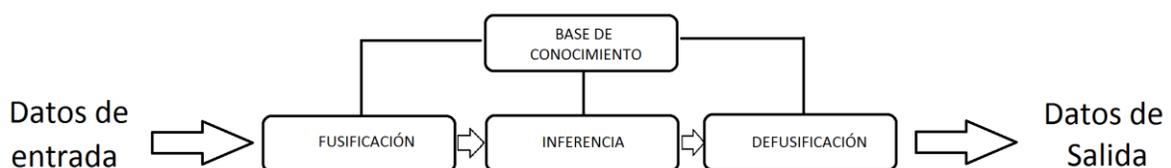


Figura 1.1 Estructura de un modelo difuso. Obtenida y adaptada de Gómez (2005)

1.9 Metodología

De las diversas metodologías existentes, la mencionada en (Pérez, 2014) denominada paradigma cuantitativo, es la que se adecua de mejor forma al objetivo de este este trabajo de tesis. Esta metodología otorga la posibilidad de recopilar

información del fenómeno a investigar a través de diversas técnicas estadísticas y descriptivas de tal modo que las conclusiones obtenidas arrojen resultados numéricos capaces de manejarse y apoyar en posibles pronósticos difusos.

El modelo difuso se implementará de la siguiente manera:

- Obtener información acerca de las habilidades de los jugadores registrados en la liga Mx, junto con el ranking de Elo del torneo Apertura 2018.
- Definir las variables de entrada, las reglas de inferencia y las funciones de pertenencia de los jugadores implicados en cada encuentro.
- Obtener y definir la base de conocimiento.
- Se obtendrá un pronóstico por cada conjunto de datos o entradas correspondientes.
- Finalmente se obtendrá un pronóstico final dadas las tendencias de cada uno de los resultados.

1.10 Publicaciones derivadas de este trabajo

Este trabajo de investigación ha servido como base para obtener como productos derivados a las siguientes publicaciones: entre las que se encuentran dos artículos indizados y un capítulo de libro.

- Artículo especializado para publicar en revista indizada: Clasificación de jugadores de fútbol soccer basada en sus habilidades deportivas, físicas y mentales. Presentado en el 10° Congreso Mexicano de Inteligencia Artificial en junio de 2018. A ser publicado en diciembre de 2018 la Revista Research in Computing Science, editada por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional con ISSN: 1870-4069 e indizada en Latindex.
- Artículo especializado para publicar en revista indizada: Creación de reglas difusas para pronósticos de encuentros de la liga mx del fútbol Mexicano. Presentado en el 12° Congreso Internacional de Cómputo en Optimización y Software en octubre de 2018. A ser publicado en febrero de 2019 en el volumen 11, número 1 de la Revista Programación Matemática y Software, editada por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos con ISSN: 2007-3283 e indizada en Latindex.
- Capítulo especializado para publicar en libro arbitrado: Diseño e implementación de un sistema de información de apoyo a la toma de decisiones en encuentros de la Liga Mx del fútbol soccer Mexicano. Presentado en el 1er Congreso Internacional de las Ciencias Económico-

Administrativas y Sociales en mayo de 2018. A ser publicado en 2019 en un libro editado por el Centro Universitario UAEM Temascaltepec de la Universidad Autónoma del Estado de México.

1.11 Estructura de la tesis

En el capítulo 2, se plantean aquellos trabajos de investigación dirigidos hacia los pronósticos deportivos, especialmente en el ámbito futbolístico. Estos trabajos basan sus predicciones en diversas metodologías.

La Liga Mx, es el torneo de fútbol profesional en México de la primera división. Esta competencia esta descrita en el capítulo 3, debido a que es en esta en la cual se plantea establecer un modelo de pronósticos de resultados en sus encuentros.

El modelo de predicción aquí propuesto está basado en lógica difusa, de la cual se describe su funcionamiento en el capítulo 4, hablando de sus aspectos generales.

La propuesta del modelo difuso está descrita en el capítulo 5. En este capítulo se detalla la base de datos, las reglas de inferencia difusa, los algoritmos empleados para la obtención de estas, los casos de estudio, así como el respectivo análisis y discusión de los resultados obtenidos.

Finalmente, las conclusiones y el trabajo futuro se pueden encontrar en el capítulo 6.

Capítulo 2 . Modelos predictivos en el fútbol

Un modelo o técnica de predicción trata de realizar pronósticos lo más cercano o preciso a sucesos cercanos. Regularmente los modelos predictivos toman o basan sus datos en hechos pasados, ya que de diversas experiencias se toman como base para un evento futuro, ejemplo de ello es la temporada de lluvias donde se toman los períodos de tiempo donde son más abundantes y de esta manera poder emplearse con distintos objetivos como las cosechas.

Los econométricos y estadistas basan sus estudios en análisis sobre hechos de un tiempo más o menos inmediato. Un ejemplo común es la predicción del clima o fenómenos naturales como ciclones, huracanes u otros, ya que según los estudios estadísticos existen períodos en los cuales llueve, hay otros donde hay sequía, y otros donde los vientos combinados con la lluvia crean estos fenómenos.

La predicción, en general no tiene una base científica esto debido a que es necesario un conjunto de elementos metodológicos, estadísticos y de otras ramas tales como de la ingeniería, las matemáticas, e incluso las biológicas o psicológicas.

La mayoría de las técnicas ya mencionadas se basan en métodos cuantitativos, aunque existen otros de índole cualitativos. Los primeros se utilizan cuando existe información histórica que respalde un suceso, mientras que el segundo es utilizado cuando no existen datos, o estos son muy escasos.

Existen diversos modelos que al procesar los datos es posible anticiparse a los hechos o crear pronósticos los cuales pueden ser empleados en diversas áreas del conocimiento tales como la geografía, la ingeniería, la meteorología, entre otras tantas.

2.1 Modelo de predicción basado en series temporales

Existen diversas investigaciones orientadas a obtener un resultado certero o aproximado para encuentros de fútbol en diversas ligas del mundo, tal es el caso de (Salazar, 2014), el cual establece un sistema basado en series temporales orientado a diversas ligas del mundo como la liga Mexicana, la liga Inglesa y los encuentros entre selecciones para competencias como el Mundial y aplicarlos para apuestas tales como el Progol (2018), donde se obtiene la probabilidad de que un equipo gane a otro dependiendo de la racha que ha tenido en los últimos encuentros, así como el tipo de calendario para cada equipo, pues establece que un inicio fácil o un inicio con equipos complicados puede afectar su puntaje total. Para poder apreciar mejor este sistema, es posible obsérvalo en la figura 2.1 la cual muestra la probabilidad de victoria por equipo mientras que en la figura 2.2 muestra por medio de gráficas el resultado de un encuentro, el cual en este caso es la final del mundial Rusia 2018 entre las selecciones de Francia y Croacia, donde la primera obtuvo el campeonato. Ambas figuras son tomadas de este trabajo propuesto.



PARTIDO	L	E	V	QW
France - Croatia	41%	33%	25%	E
Belgium - England	39%	31%	30%	V
Monterrey - Necaxa	38%	37%	25%	E
Tigres UANL - Santos Laguna	37%	34%	28%	V
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
New York RB - Sporting KC	48%	29%	23%	L
Minnesota United - Real Salt Lake	39%	25%	36%	V
Colorado Rapids - Houston Dynamo	35%	30%	35%	E
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
São Bento - Ponte Preta	41%	33%	26%	E
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Progo1 1944

Figura 2.1 Modelo Quetzal. Obtenida de (Salazar, 2014)

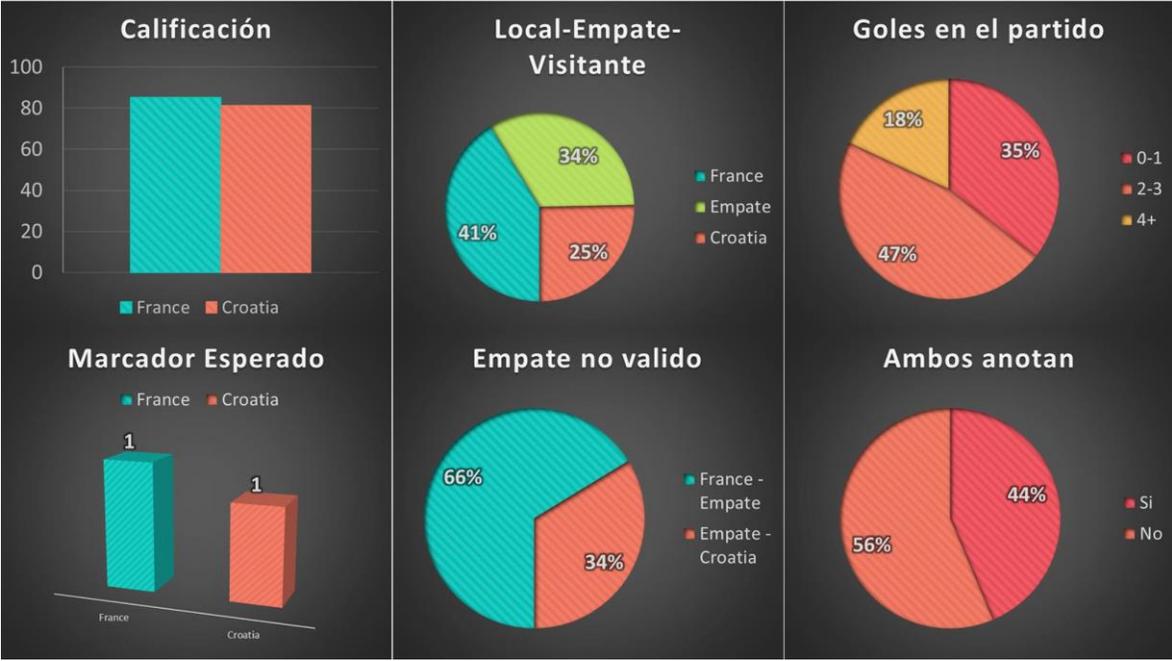


Figura 2.2 Gráficas de resultados del modelo Quetzal. Obtenida de (Salazar, 2014)

2.2 Modelo de predicción basado en modelos ARIMAS

Este modelo al ser una variante o extensión de las series temporales utiliza datos parecidos, tomando en cuenta diversas variables que cambian con respecto al tiempo. Ejemplo del uso de este modelo, es el utilizado en (Halicioğlu, 2005), el cual tomó los datos de las selecciones participantes antes de iniciar el torneo de la UEFA league del año 2000. Al ser un torneo relativamente corto, este modelo se implementó tomando los datos del porcentaje de victorias, empates y derrotas de cada equipo durante la fase de eliminación, para poder obtener la probabilidad de cada equipo para poder derrotar a su contrincante. Esta metodología se siguió aplicando para los años posteriores a su publicación desde 2005 hasta 2015, donde cada año existe una mayor dificultad de poder acertar debido a que hay factores que pueden cambiar los resultados, tales como el cambio en la plantilla de las selecciones o que intervengan equipos nuevos. Es posible observar este modelo propuesto en la figura 2.3.

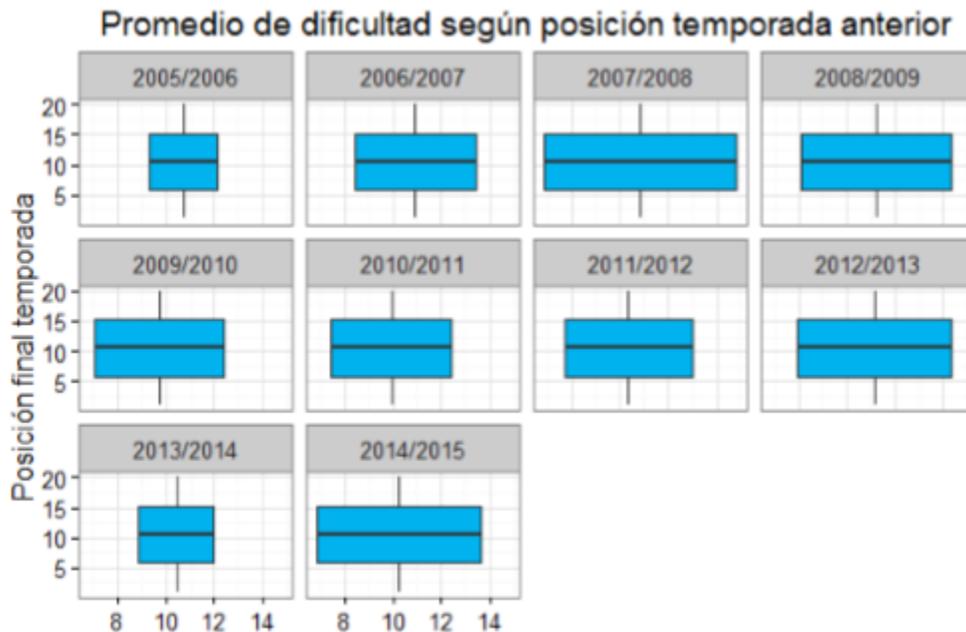


Figura 2.3 Promedio de resultados por medio de modelos ARIMA. Obtenida de (Halicioğlu, 2005)

2.3 Modelo de predicción basado en redes neuronales artificiales (RNA)

Las redes neuronales son modelos de tipo caja negra, por lo cual sus procesos internos no son visibles y no es posible analizar cada paso mediante el cual se llegó al resultado obtenido. Son modelos muy útiles para la resolución de problemas, así como para obtener algún pronóstico, es por ello que en (Martínez, 2013), hacen uso de las RNA para poder obtener la probabilidad de que diversos equipos de la liga española, francesa e inglesa ganen, basándose en las preferencias de las apuestas de diversas casas de apuestas y casinos, combinándolos con los partidos ganados en los últimos 10 encuentros, y de esta manera poder obtener los posibles

resultados. Se puede observar una pantalla de diversos resultados de este modelo, mediante la figura 2.4.

Spain Primera Division					
02.12.12	Granada	0	Home win	78	
12:00	Espanyol	0	Guest win	%	
02.12.12	Deportivo La Coruña	2	Guest win	70	
17:00	Real Betis	3		(87	%)
02.12.12	Celta de Vigo	1	Home win	51	
19:00	Levante	1		(75	%)
02.12.12	Mallorca	1	Home win	78	
21:00	Real Zaragoza	1	Guest win	%	
03.12.12	Sevilla	1	Home win	76	
21:30	Real Valladolid	2	and draw	%	
07.12.12	Espanyol	2	Home win	68	
21:30	Sevilla	2	and draw	%	
08.12.12	Real Sociedad	1	Home win	76	
16:00	Getafe	1	and draw	%	
08.12.12	Málaga	4	Home win	71	
18:00	Granada	0		(85	%)

Figura 2.4 Resultados del modelo basado en RNA en la liga Española. Obtenida de (Martínez, 2013)

2.4 Modelo de predicción basado en redes bayesianas

Este modelo de predicción de resultados, encontrado en (Valera, 2013), está enfocado hacia la liga española, denominada Liga Santander y de igual manera aquella jugada en el ascenso denominada Liga 2. Para poder encontrar las probabilidades de un resultado de fútbol, se ingresaron datos de los equipos tales como juegos ganados, empatados y perdidos y la frecuencia con lo que esto ocurre. Una vez creada la base de datos, se utilizó el software Weka (s.f.), el cual permite trabajar con minería de datos, esto con el fin de extraer patrones y reglas que identifiquen la frecuencia de los resultados por cada equipo. Una vez obtenidas las diferentes reglas, se ingresaron a una red bayesiana, esto permite identificar de forma gráfica qué resultado es más probable dependiendo del encuentro.

2.5 Modelo de predicción basado en sistemas expertos

Un modelo de inferencia es aquel conjunto de datos que un experto implementa en un sistema basado en conocimientos. (Ortiz Espinoza & Torres Intriago, 2014), utilizó estas técnicas para la simulación de resultados de encuentros de la primera división de fútbol de la liga ecuatoriana. El propósito de este trabajo de investigación es el utilizar los sistemas expertos para enseñar Inteligencia Artificial tomando como ejemplo el fútbol. Este software reúne diversas características que influyen en un encuentro tales como los encuentros ganados por cada equipo, el IMC de los jugadores y el sistema de juego que manejan en Ecuador. Se puede observar el apartado de pronósticos de este modelo por medio de la figura 2.5



Figura 2.5 Menú principal del modelo de predicción basado en sistemas expertos. Obtenida de (Ortiz Espinoza & Torres Intriago, 2014)

2.6 Modelo de predicción basado en AFND y teoría de juegos

Un autómata finito no determinista (AFND), se caracteriza por no ser cíclico en su totalidad y que cuenta con un estado inicial (q_0) y un estado final (F). La teoría de juegos plantea crear estrategias tomando en cuenta a cada uno de los participantes, de modo que se pueda ganar a la del contrario eliminando o ganando a cada elemento, o en el peor de los casos mantener un estado donde no se pierda o se gane conocida como equilibrio de Nash.

En Girón (2016), se toman estos dos modelos, para poder crear un sistema que pueda generar una simulación y un pronóstico a partir de las posiciones de los jugadores en el campo de cada equipo, comparándolos con las del rival, donde cada jugador es una estrategia o estado dentro del autómata y dependiendo de este se tomen varios caminos o transiciones hasta poder obtener una alineación óptima y así tener una mayor posibilidad de vencer a su rival.

2.7 Modelo de predicción de partidos de fútbol usando modelos dinámicos

El trabajo realizado por (Gammerman, 2003) plantea la posibilidad de obtener resultados de encuentros de fútbol de cualquier liga basándose en modelos dinámicos. Estos establecen como datos de entrada los goles hechos por el equipo, los recibidos, así como las condiciones del campo. Con la información recabada crea simulaciones que sean capaces de calcular distribuciones predictivas para los equipos en disputa, y la posibilidad que tienen de vencer a su rival, así como la puntaje actual que tienen para ser campeón, es decir entre mayor sea este, las posibilidades aumentan. Esta metodología fue probada mediante la liga Brasileña, donde el pronóstico fue acertado para los campeones de los años 2002 y 2003 respectivamente.

2.8 Predicción de resultados deportivos con técnicas de Machine Learning aplicado al fútbol

De las diversas técnicas existentes en la Inteligencia artificial, (Calderón, 2017) implementa las máquinas de aprendizaje. Estas van adquiriendo datos las cuales analizan por medio de diversos algoritmos los resultados y los comportamientos hechos por los equipos. El objetivo de este trabajo es comparar diversas técnicas de aprendizaje supervisado, así como no supervisado, comparar pronósticos y establecer aquella técnica que mejor se adapte a los encuentros de fútbol.

2.9 Modelo predictivo mediante apuestas y simulaciones en el fútbol

Las casas de apuestas implementan un mecanismo de apuestas denominado "momio", este establece el pago menor a aquel equipo que sea favorito o tenga la mayor oportunidad de ganar basándose en las estadísticas y el histórico de cada club. En el trabajo propuesto por (Prats, 2011), toma como base las redes neuronales artificiales para encontrar patrones en las apuestas y pronosticar resultados cuando en diversas casas de apuestas coincidan con el resultado o se tenga un monto óptimo o equilibrado en un partido denominado criterio de Kelly (Ruperto, 2010).

2.10 Predicción de rendimiento en los encuentros de fútbol en la copa mundial FIFA Brasil 2014

El modelo propuesto en (Álvarez Morales & Chacón Araya, 2016) contempló un total de 611 jugadores y 32 equipos que participaron en dicha contienda. El propósito de este trabajo es el encontrar variables que permitan establecer un pronóstico, tales como tiros a portería, pases, barridas, goles, los balones detenidos por el portero, la velocidad de los jugadores, entre otros como los puntos obtenidos por cada selección para llegar al mundial. Esta propuesta establece una serie de ecuaciones que engloban a cada una de las variables mencionadas para encontrar los resultados esperados.

2.11 Obtención de resultados futbolísticos por medio de Matemáticas

Sumpter (2016), establece que el fútbol es un deporte que no es posible pronosticar debido a la gran cantidad de variables existentes en el campo de juego, pero que permite la selección de patrones que sirvan para identificar predicciones como los históricos o la calidad de juego en un jugador.

2.12 Métodos cuantitativos para la generación de rankings de selecciones de fútbol en las copas del mundo

El método de rankings en las selecciones de fútbol permite conocer la probabilidad de victoria de un equipo contra otro. Para realizar este resultado (Cea, 2016) establece dos variables a considerar, el puntaje ranking y la ventaja de la localía. Esta última permite obtener una ventaja sobre su contrincante.

2.13 Métodos estocásticos para la predicción de resultados en el fútbol Mexicano

El fútbol Mexicano es una competencia muy cambiante con equipos muy equilibrados uno con otro. (Ramírez G. H., 2001) plantea la posibilidad de encontrar estos resultados por medio de métodos estocásticos como es la ecuación de Bernoulli. Esta técnica permite conocer la probabilidad de que un hecho ocurra dependiendo de sus antecedentes. Este trabajo está dirigido al éxito que puede tener un equipo sobre otro hasta llegar a la liguilla. Esta investigación es parecida a la propuesta en este trabajo de tesis, pero su diferencia radica en el estilo del torneo el cual antes era distinto al usado actualmente por la liga Mx. La figura 2.6 establece el sistema de competencia del fútbol Mexicano.



Figura 2.6 Sistema de competencia por grupos. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)

La figura 2.7 muestra la forma para capturar los encuentros por jornada



Figura 2.7 Captura de encuentros por jornada. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)

Las probabilidades por equipo pueden observarse mediante la figura 2.8



Figura 2.8 Probabilidades de clasificación a la ligulla por equipos. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)

El pronóstico por encuentro se muestra por medio de la figura 2.9

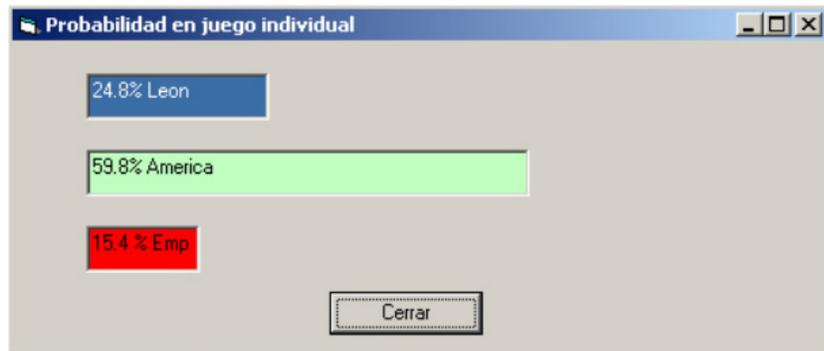


Figura 2.9 Probabilidad de victoria por equipo en un encuentro. Obtenida de (Ramírez G.H., 2001)

2.14 Predicción de resultados en los encuentros de la FIFA basados en los intereses económicos

Los factores económicos son hechos que influyen de gran manera en diversos ámbitos como es el caso del fútbol mundial. Nelson (2015), establece la gran conexión entre los encuentros de fútbol organizados por la FIFA y el resultado que este pueda llegar a darse dependiendo las ganancias que puedan tener conforme al ganador. Para llegar a dicha conclusión, relaciona diversas variables que puedan afectar al encuentro como las figuras de los clubes, la popularidad de cada uno de ellos, el poder económico y político de los países de origen, así como la historia que tiene cada uno de ellos. Esta ecuación puede observarse por medio de la figura 2.10.

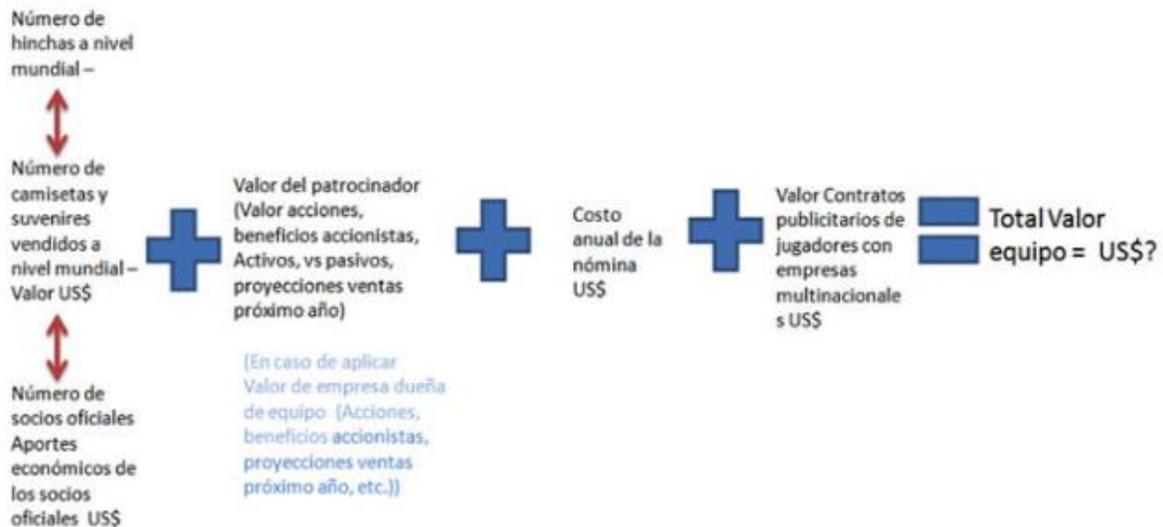


Figura 2.10 Ecuación para pronóstico de resultados por medio de intereses económicos. Obtenida de (Nelson, 2015)

Capítulo 3 . Fútbol Mexicano

El fútbol es un juego practicado en conjunto al cual se le considera uno de los deportes más practicados y con mayor número de aficionados en México y alrededor del mundo (Carrión & Rodríguez, 2014). Cuando se practica de forma profesional es jugado en una cancha rectangular el cual contiene pasto ya sea natural o sintético, y se cuenta con dos equipos de 11 jugadores en cada uno de ellos. Es posible jugarse de forma amateur donde cualquier terreno se puede adaptar y el número de jugadores varía dependiendo del tamaño del terreno y de los participantes involucrados. El objetivo del juego es el trasladar un balón a lo largo del campo hasta llegar a la meta o portería rival y lograr que el balón pase por esta, a lo cual se le conoce como gol. El encuentro tiene una duración de 90 minutos separados en 2 tiempos de 45 minutos cada uno. Al finalizar el juego, el equipo que anote más goles es el ganador. En ocasiones, existen partidos en los cuales ambos equipos anotan la misma cantidad de goles, o en su defecto no logran anotar, cuando esto ocurre se declara como un empate.

Los jugadores desplazan el balón con los pies, de igual manera pueden utilizar la cabeza, el pecho o cualquier extremidad para golpear este, lo único que no se permite es el uso de las manos. Cada equipo cuenta con 10 jugadores esparcidos a lo largo de la cancha y un portero, al cual es el único que se le permite el tocar el balón con las manos. Cada jugador tiene una posición y función definida, la cual le es asignada por el director técnico, dependiendo de las habilidades mostradas como fortalezas en los entrenamientos. Estas posiciones se dividen principalmente en cuatro: portero, defensa, medio y delantero, con las cuales se trabajaron; aunque dependiendo de qué tan alejado este un jugador de la portería o la dirección donde se encuentre ubicado, estas pueden sub dividirse en otras. Cada posición cuenta con un objetivo el cual se describe a continuación:

- **Portero:** su función es evitar que el equipo contrario anote. Es el único que puede tomar el balón con las manos. Sólo se permite un portero por equipo.
- **Defensa:** se encargan de evitar que los jugadores del equipo contrario lleguen a la portería. Una alineación clásica, incluye 4 defensas aunque pueden variar dependiendo de la formación establecida por el director técnico.
- **Medio:** se encuentran en la mitad de la cancha. Apoyan tanto en la defensa como en el ataque. Su función principal es el de distribuir los balones.
- **Delantero:** debido a su posición, son quienes anotan principalmente los goles.

Regularmente en los entrenamientos, a cada jugador se le asigna diversas posiciones a modo de probar cómo se desenvuelve en cada una de ellas, de manera que aquella donde cada jugador se sienta más cómodo y dé mejores resultados sea

en la que juegue de forma constante o permanente en los encuentros. Las habilidades de un jugador determinan la posición en la que obtendrá un mejor desempeño.

Existe una figura de moderador en el encuentro, a su vez es el encargado de hacer cumplir el reglamento y a este se le denomina árbitro. Este se encarga de llevar el control del tiempo mientras el partido se desarrolla, de igual forma tiene la capacidad de amonestar o expulsar a cualquier jugador director técnico o funcionario siempre que la situación así lo requiera. Cuando un jugador comete alguna infracción, se le otorga al equipo contrario el balón dando la oportunidad de generar alguna jugada donde puedan anotar.

La Fédération Internationale de Football Association (FIFA), es la encargada de reunir a las diversas asociaciones de fútbol existentes en el planeta, es además quien organiza los diversos campeonatos internacionales y, es quien tiene la facultad de crear o modificar las reglas del juego. Esta asociación tiene su sede en Zúrich, Suiza.

3.1 Liga BBVA Bancomer Mx

El fútbol es uno de los deportes más populares y jugados en México. Este se encuentra regulado por la Federación Mexicana de Fútbol (FEMEXFUT), el cual es un organismo que se encuentra afiliado a la FIFA. De forma profesional se cuenta con cuatro ligas, en las que se cuenta con cuatro ligas, las cuales son la Liga Mx (primera división), Liga Mx Femenil (primera división femenil), Liga de Ascenso (segunda división) y la Liga Premier (tercera división).

A partir de la era profesional, los clubes cuentan los campeonatos ganados simbolizándolos con una estrella que se incluye en su escudo.

Desde el año 1943, que comenzó la era profesional del fútbol Mexicano hasta el año 1970, el sistema de competencia en México era de torneos largos con duración de un año, donde el campeón se definía con base en una tabla general, donde aquel equipo que obtuviera más puntos se coronaría. Posteriormente este sistema cambiaría por un sistema de liguilla, el cual se dividían a los equipos en diversos grupos donde los mejores de cada uno de ellos se enfrentarían en una eliminatoria de ida y vuelta, enfrentando a dos equipos en una final, donde el campeón sería aquel que ganará dicho encuentro.

El 16 de Julio del 2013 inicia una nueva era, donde la primera división por primera vez en su historia tendría un nombre propio, un logo y un patrocinador surgiendo así la Liga Mx, que posteriormente por motivos de patrocinio se le conoce como Liga BBVA Bancomer Mx. La figura 3.1 muestra el logo de la liga Mexicana.



Figura 3.1 Logo de la Liga Mx

El objetivo de este proyecto es el tener una liga profesional con un gran nivel, donde los equipos cuenten con recintos modernos, seguros y cómodos, así como la integración de la afición para tener un fútbol de primer nivel. Para lograr esto se cambió el sistema de competencia, donde la distribución por grupos desapareció y surge un sistema de competencia por medio de una tabla general, donde los mejores 8 acceden a la liguilla. De igual forma se crea el Ascenso Mx, que es la segunda categoría donde aquel equipo que resulte ganador en el año tiene derecho a ascender a la primera división, ocupando así el lugar de aquel equipo que descendió.

Para el año futbolístico 2018-2019 la liga Mexicana cuenta con 18 equipos, los cuales se muestran en la tabla 3.1, así como los estadios de cada uno de ellos en la tabla 3.2. Cada club tiene registrados de 20 a 40 jugadores ante la FMF, pero la mayoría de ellos no tiene actividad de forma profesional debido a que se encuentran en constante preparación para poder debutar con el primer equipo. Para efectos de este trabajo de investigación, se trabajará con el torneo Apertura 2018.

Tabla 3.1 Equipos participantes en el torneo 2018-2019

ATLÁS	MONTERREY	SANTOS
AMÉRICA	MORELIA	TIJUANA
CRUZ AZUL	NECAXA	TOLUCA
GUADALAJARA	PACHUCA	U.A.N.L
LEÓN	PUEBLA	U.N.A.M
LOBOS BUAP	QUERÉTARO	VERACRUZ

La FIFA, reconoce y almacena las distintas habilidades que un jugador profesional debe poseer siendo un total de 34 (ver tabla 3.2.). Estas habilidades incluyen habilidades tanto deportivas, físicas como mentales. A estas se les asignan un valor numérico del 0 al 100 dependiendo de la evaluación de cada jugador.

Tabla 3.2 Conjunto de habilidades deportivas, físicas y mentales de los jugadores

DEPORTIVAS			FÍSICAS	MENTALES
CONTROL DEL BALÓN	RETÉN DEL BALÓN	FUERZA DE TIRO	ACELERACIÓN	AGRESIVIDAD
REGATES	DESPEJE	REMATES	ENERGÍA	REACCIONES
CENTROS	REFLEJOS	TIROS LARGOS	FUERZA	POSICIÓN DE ATAQUE
PASE CORTO	MARCAJE	CURVA	BALANCE	INTERCEPCIÓN
PASE LARGO	BARRIDA	PRECISIÓN TIRO LIBRE	VELOCIDAD DE SPRINT	VISIÓN
COLOCACIÓN	ENTRADA LIMPIA	PENALES	VELOCIDAD DE SPRINT	COMPOSTURA
ESTIRADA	CABECEO	VOLEAS	SALTO	

3.2 Sistema de competencia

Después de 30 años del inicio de la era profesional en México, se mantenía un sistema tradicional donde al final del año aquel equipo que obtuviera más puntos resultaría campeón. Posteriormente en 1970, los dueños de los clubes optaron por crear un sistema de competencia en una fase final, donde se agrupaban los equipos en diversos sectores y, los mejores se enfrentaban para conocer al nuevo campeón. Este sistema estuvo vigente por un par de décadas, hasta que en 1996 se modificó el reglamento y el sistema de competencia, para ello se adopta el formato Argentino el cual consiste en disputar dos torneos al año, con su respectiva fase final de ligüilla, con lo cual existirían dos campeones, uno por cada torneo corto denominados torneo de Verano e Invierno según correspondía a la temporada y, renombrado Clausura y Apertura respectivamente, en el año 2002. Este nuevo modelo vino a complementar el formato de porcentaje de descenso, en el cual el equipo que después de 3 años tuviera el peor cociente descendería.

En el año 2012 se modifica el reglamento donde los equipos clasificados ya no serían los mejores de cada grupo, sino los 8 mejores de la tabla general, esto con el propósito de tener cierta justicia, debido a que no siempre los mejores de cada grupo eran los mejores del torneo, clasificando así a equipos que tenían menos puntos que otros. Con esta nueva modalidad desaparecieron los repechajes y los grupos.

A partir de la creación de los torneos cortos, surge una particularidad en el fútbol Mexicano el cual es un tipo de incertidumbre en los encuentros, así como en el sistema de eliminación y fase final. Este hecho puede ser observado en las diversas décadas donde el sistema de juego era un campeonato por puntos, donde existían equipos que dominaban en la liga y resultaban campeones por varios años consecutivos, como es el caso de Cruz Azul en los años 70, América en la década de los 80 y Necaxa en los años 1990 al 2000. A partir de 1996, el protagonismo desaparece para los llamados equipos grandes, y clubes que destacaban poco, lograron consolidarse como campeones, ejemplo de ello es el Club Pachuca y Toluca que, en la década del 2000, lograron alzarse con la mayoría de los títulos, así como la particularidad de los equipos del norte, que a partir del año 2010 a la

fecha han predominado en la liga, llegando de forma constante a la final del torneo y conquistando en su mayoría los campeonatos.

A diferencia de los torneos largos donde algunos equipos eran bicampeones o tricampeones, en la era moderna solo ha habido dos equipos que han logrado esa hazaña, siendo estos los Pumas de la UNAM en el año 2004, y el Club León en el 2012. Se puede observar un mayor equilibrio en los equipos y no existe alguno que predomine el torneo de modo que al inicio de este, cualquiera puede ser campeón haciendo de esta una liga no tan fácil de predecir.

3.2.1 Tabla general y liguilla

Cada año se organizan dos torneos, denominados torneo de Clausura que corresponde a los meses de enero a mayo y el torneo Apertura, el cual abarca el periodo de agosto a diciembre. Existen 18 equipos, donde cada uno se enfrenta a todos los demás, teniendo así un total de 17 jornadas de 9 partidos cada una, posteriormente se juega la fase de liguilla donde los 8 mejores de la tabla general se enfrentan en un encuentro de ida y vuelta lo que es llamado encuentros de cuartos de final, los ganadores participan en la semifinal y, finalmente quienes se alzan con el triunfo juegan la final del torneo.

Para llegar a la instancia final, cada equipo juega primero una fase de calificación por medio de un sistema de puntos, donde:

- 1 juego ganado = 3 puntos.
- 1 juego empatado= 1 punto.
- 1 juego perdido= 0 puntos.

Al final de la jornada futbolística se actualiza la tabla general, la cual es un sistema de organización donde se muestran a los equipos de forma descendiente tomando como criterio el total de puntos de cada uno de ellos. Los elementos que aparecen en esta se pueden apreciar en la tabla 3.3.

Es posible que al término de las 17 jornadas existan dos o más equipos que se encuentren empatados en la cantidad de puntos. Para determinar las posiciones correspondientes en la tabla general, se utiliza diversos criterios de desempate, tales como la diferencia de goleo, el cual consiste en la resta de los goles anotados menos los recibidos, pudiendo ser esta una diferencia positiva o negativa, de igual forma se considera los resultados de los encuentros de los equipos involucrados, la tabla de cociente de descenso, el fair play y finalmente se puede realizar un sorteo.

Para determinar los encuentros que serán disputados al inicio de la liguilla, estos se asignarán dependiendo de la cantidad de puntos obtenidos, enfrentándose los equipos que se encuentren en cada extremo, siendo el orden de estos el lugar 1-8, 2-7, 3-6, 4-5, así que aquellos que se ubiquen en los primeros sitios pueden obtener cierta ventaja sobre su contrincante, debido a uno de los criterios de desempate

denominado posición en la tabla, el cual consiste que en caso de existir un empate en alguno de los encuentros de cuartos de final o semifinal, aquel que este colocado en una mejor posición pasará a la siguiente etapa del torneo.

Tabla 3.3 Tabla general del fútbol Mexicano. Obtenida y adaptada de www.ligabancomer.mx

Club	PJ	G	E	P	GF	GC	DG	Pts
1  Cruz Azul	17	11	3	3	26	13	13	36
2  América	17	9	6	2	33	17	16	33
3  Pumas	17	8	6	3	29	19	10	30
4  Santos	17	8	6	3	27	18	9	30
5  Monterrey	17	9	3	5	25	19	6	30
6  Tigres	17	8	5	4	32	18	14	29
7  Toluca	17	8	2	7	27	22	5	26
8  Querétaro	17	7	5	5	19	20	-1	26
9  Morelia	17	7	4	6	23	26	-3	25
10  Pachuca	17	6	6	5	26	18	8	24
11  Guadalajara	17	5	5	7	21	22	-1	20
12  Puebla	17	5	5	7	23	30	-7	20
13  Lobos BUAP	17	5	4	8	21	25	-4	19
14  León	17	5	3	9	18	23	-5	18
15  Tijuana	17	4	5	8	13	24	-11	17
16  Necaxa	17	3	5	9	19	29	-10	14
17  Atlas	17	2	5	10	11	27	-16	11
18  Veracruz	17	2	4	11	17	40	-23	10

Aunque existe una gran ventaja el encontrarse en los primeros sitios de la clasificación, a partir del año 2012, la federación estableció la implementación del denominado gol de visitante con el fin de hacer más atractivos los encuentros. Este es el primer criterio de desempate, el cual consiste en que el equipo que haya logrado la mayor cantidad de goles como visitante logrará el triunfo sin importar si

su contrincante haya obtenido una mejor puntuación a lo largo del torneo. El criterio de la posición en la tabla solo es válido cuando ambos equipos anotaron la misma cantidad de goles de visita, o en su defecto no lograron hacer alguno.

En la final del torneo, todos los criterios mencionados desaparecen. El encuentro es jugado en un partido de ida y uno de vuelta. El primero de ellos se realiza en el estadio del equipo con menor puntaje y, se cierra en el estadio del equipo con mejor posición en la tabla. El campeón se decide con el marcador global y, en caso de continuar con un empate se enfrentarán en dos tiempos extras de una duración de 15 minutos cada uno. De prolongarse el resultado, se enfrentarán en una tanda de penales donde aquel que anote la mayor cantidad de 5 tiros o más, será el campeón.

3.3 Tendencias y estadísticas

El fútbol Mexicano es considerado por la IFFHS (Federación Internacional de Historia y Estadística de Fútbol) como la liga más fuerte en el área de CONCACAF (La Confederación de Norteamérica, Centroamérica y el Caribe de Fútbol), la 3° más fuerte de América solo por debajo de Argentina y Brasil, y la 8° más fuerte del mundo (Montero & Celis, 2014).

Existen 18 equipos en la primera división, donde los clubes con más campeonatos son: Guadalajara y América con 12, Toluca con 10, Cruz Azul con 8 y Pumas de la UNAM y León con 7. En el caso del club Toluca, la mayoría de sus campeonatos han sido de la última década bajo el formato de los torneos cortos, a diferencia de los demás que han sido conseguidos en los antiguos torneos largos.

3.4 Ranking de Elo

El ranking de Elo, es un sistema de puntuación que se asigna a los jugadores de ajedrez para obtener un indicador de la habilidad de competencia que tiene cada uno de ellos. Este modelo matemático es llamado así por su creador Arpad Elo y, está basado en la probabilidad que tiene cada jugador de obtener la victoria.

Este sistema comenzó a utilizarse a finales de la década de los 60. Esta metodología considera los encuentros que tienen contra otros jugadores de diferente nivel, es decir, si dos participantes de un nivel similar juegan y uno de ellos se alza con la victoria, se mantiene su ranking, mientras que si la diferencia de puntos es grande el ranking se mueve mucho, un jugador con una puntuación baja tiende a subir mucho si se le gana a un jugador de gran nivel.

Este modelo, se destaca por ser uno de los sistemas de predicción con más precisión que otros de una índole similar. La ecuación 3.1, sirve para calcular este ranking.

$$E_A = \frac{1}{1 + 10^{\frac{(RB-RA)}{400}}}$$

Ecuación 3.1

Donde RB y RA es la puntuación de los jugadores involucrados.

Para obtener dicha diferencia es posible sustituir RB y RA por delta (Δ), resultando así en la ecuación 3.2.

$$\Delta = 400 \log_{10} \left(\frac{E}{(1-E)} \right)$$

Ecuación 3.2.

Donde E es la probabilidad de ganar de cada jugador.

El ranking de Elo ha dado grandes resultados al momento de crear expectativas y probabilidades de victoria en el ajedrez que este fue tomado y adaptado a otros deportes como lo es el basquetbol, voleibol y principalmente en el futbol.

3.4.1 Ranking de Elo en la Liga Mx

El fútbol Mexicano tiene un sistema de competencia donde la incertidumbre es parte de la naturaleza de este torneo. Existen especialistas deportivos que intentan dar un pronóstico con base en los resultados de cada equipo a lo largo del torneo y en la mayoría de las ocasiones los resultados no son los esperados. Las casas de apuestas intentan anticiparse a los resultados, aunque estas no utilizan una metodología como tal, sino que dan como ganador a aquel equipo que les genere una mayor ganancia o en su caso la pérdida sea mínima.

El ranking de Elo fue utilizado en el ámbito del fútbol por primera vez en el año de 1980 y, hasta la fecha ha dado buenos resultados con las selecciones a nivel mundial, llegando a la final y ganando siempre equipos que se encuentran en los primeros lugares de esta lista.

Se realizó una modificación a esta metodología para aplicarse al balompié dejando como resultado la ecuación 3.3:

$$P = P_{\text{before}} + L(W - WE)$$

Ecuación 3.3

Donde:

Pbefore = Es el número de puntos de un equipo antes de un encuentro.

L= La importancia del evento

W= Resultado del encuentro

WE= Resultado esperado

El resultado esperado (WE) se obtiene con base en la ecuación 3.4:

$$WE = \frac{1}{10} \left(-\frac{dr}{600} + 1 \right) \quad \text{Ecuación 3.4}$$

Donde:

Dr es la diferencia de rankings entre los equipos involucrados.

En la liga Mx, al aplicar estos modelos matemáticos da cierta información y estabilidad al momento de crear un posible pronóstico, aunque cabe destacar que existe muy poca diferencia entre un equipo y otro lo que indica que la mayoría de estos tienen habilidades similares y los resultados pueden darse favorables para cualquiera de estos.

La tabla 3.4 muestra el ranking de los equipos mexicanos para el año 2018.

Tabla 3.4 Ranking de Elo de los equipos del torneo apertura 2018 de la liga Mx

Posición	Equipo	Puntuación elo
1	Tigres	1614
2	América	1598
3	Monterrey	1578
4	Toluca	1565
5	Santos	1564
6	Pachuca	1542
7	Cruz Azul	1539
8	Morelia	1507
9	UNAM	1502
10	Guadalajara	1477
11	León	1453
12	Necaxa	1451
13	Puebla	1439
14	Querétaro	1436
15	Tijuana	1435
16	Atlas	1411
17	Lobos BUAP	1368
18	Veracruz	1313

Al observar la tabla 3.4, es posible percatarse que la diferencia de puntos entre el primer lugar y el último existe una diferencia de 300 puntos determinando con ello lo semejante que son los equipos, siendo notable la diferencia con otras ligas donde el primer lugar y el último hay una diferencia de hasta 1000 puntos como es el caso de la liga Española.

Capítulo 4 . Lógica difusa

La lógica difusa, es una herramienta que permite obtener tolerancia o precisión a datos que tienen cierto grado de inexactitud (Ramírez & Zapata, 2012). Estas situaciones son parecidas a los problemas que experimenta el razonamiento humano. Las personas a diario realizan actividades, las cuales necesitan ser evaluadas mediante reglas para poder llevarlas a cabo con éxito.

El intentar implementar y explicar de forma matemática el modo de actuar y pensar de la sociedad surge en la antigua Grecia, cuando en las escuelas platónicas mencionaban que al día siguiente ocurriría una guerra y cuando se les cuestionaba de la manera en qué sabían esto, respondían que este enunciado no es verdadero o falso, pero existe una posibilidad en ambas.

A principios del siglo XII, los matemáticos se cuestionaban sobre las reglas que cumplían alguna sentencia del tipo Si, entonces..., donde se planteaban la posibilidad de que el resultado de dicha sentencia no fuera ni verdadera o falsa, o en su defecto pudiera ser en parte ambas.

A mediados del siglo XX, Lukasiewicz propone un tipo de lógica multivaluada, donde los valores puedan ser valuados en un intervalo cerrado entre 0 y 1. En 1965, Lofti Zadeh basa su investigación en el trabajo de Lukasiewicz y otros previos, demostrando el funcionamiento de cualquier tipo de lógica el cual denomina conjuntos difusos, donde establece que un elemento puede pertenecer o no en su totalidad a estos conjuntos, donde siempre existe un grado de pertenencia.

4.1 Principio de incertidumbre

El término incertidumbre surge a principios de siglo XIX, el cual implica la resolución de problemas bajo un enfoque probabilista. La incertidumbre dentro de la lógica clásica se divide en aleatoria o de ambigüedad, la primera de ellas tiene la ventaja de conocer los posibles resultados como lo es el lanzamiento de una moneda, mientras que en el segundo tipo una afirmación puede resultar cierta o falsa.

A mediados de los años 70 surgen los primeros sistemas expertos modelados bajo un enfoque lógico, teniendo ciertas limitaciones y restricciones. Posteriormente se implementaron otro tipo de técnicas con métodos probabilístico obteniendo mejores resultados. En poco tiempo comenzaron a surgir diversos problemas debido a un aumento exponencial en el cálculo de probabilidades por cada nueva variable. Posteriormente surgen nuevas metodologías entre las que se encuentran:

4.1.1 Métodos no numéricos

Este tipo de métodos utilizan un tipo de razonamiento muy parecido al pensamiento humano en la cual utiliza situaciones cualitativas. La base de esta metodología es el llamado razonamiento por defecto, donde los resultados y conclusiones de los

sistemas expertos basados en reglas siempre serán válidas, hasta que exista alguna mejor que la remplace. Todos aquellos sistemas que tengan como base metodologías cualitativas, utilizan de igual forma métodos no numéricos para la solución de problemas con incertidumbre.

4.1.2 Métodos numéricos

Los métodos numéricos a diferencia de los métodos cualitativos trabajan con base en representaciones y asociaciones de valores junto con un porcentaje de aceptación, al cual se le denomina grado de creencia. Para poder representar una sentencia se le asigna un valor de 0 a 1, lo cual permite resumir de cierta manera la incertidumbre de las cosas, de manera tal que si se tiene una probabilidad de 0.6, no refiere a que se tenga una certeza del 60%, si no que se tiene una aceptación que ronda el 60% el cual puede ser mayor o menor dependiendo de la percepción del agente inteligente. La probabilidad con esta metodología cambia cada que se obtienen nuevas variables. Existen diversas técnicas que abarca esta metodología pero que son de tipo determinista tales como las redes bayesianas o los factores de certeza.

Los métodos numéricos abarcan también las técnicas no deterministas con las cuales se plantea reducir el grado de incertidumbre dentro de una sentencia, como es el caso de la teoría de Dempster-Shafer, la cual utiliza diversos parámetros con ciertos grados de creencia, con lo cual permite representar el conocimiento. La lógica difusa es un método que entra en las técnicas no deterministas, la cual es una extensión de la lógica clásica, teniendo la ventaja de poder representar de una mejor manera problemas cualitativos. Otra de las ventajas que tiene esta lógica es la solución de problemas complejos, de modo que si se tratarán con otras metodologías la solución se complicaría demasiado.

4.2 Lógica difusa

El concepto de lógica difusa está relacionado con la forma en cómo es percibido el mundo. Cuando no existen parámetros definidos de diversos conceptos, esta crea un modelo matemático para obtener resultados más precisos. La altura de un objeto, la velocidad de un auto, la temperatura de una habitación es percibida de forma ambigua debido a que depende de la apreciación del observador y esta puede variar de uno a otro.

Un objeto puede ser alto o bajo, una bebida puede ser caliente o fría, un objeto se puede mover rápido o lento, estas definiciones no están del todo establecidas, ya que son quienes estudian este fenómeno quienes establecen el comportamiento o estado de un objeto.

Cuando los datos son ambiguos no es posible definir cuando un objeto pertenece a un estado u otro si no se definieron de forma previa los parámetros. Lo que para una persona algo es bonito para otra puede ser feo, de igual forma para un

observador un animal puede ser rápido, mientras que para otro éste mismo puede ser lento a diferencia de otros que haya estudiado antes.

Los conjuntos difusos se encargan de definir conceptos con incertidumbre o ambigüedad y pertenecen a la llamada lógica difusa, la cual es una extensión de la lógica clásica. Esta última se encarga de evaluar y clasificar a los elementos dándole un sentido de pertenencia entre dos opciones, es parte de uno u de otro y en este caso no existen puntos intermedios o ambigüedades. Los conjuntos difusos se encargan de modelar los puntos intermedios o los límites donde termina un parámetro y comienza el otro.

Una de las características de los conjuntos difusos es que existen reglas de inferencia del tipo Si-entonces, el cual está muy relacionada con la inteligencia artificial la cual intenta emular el pensamiento y las acciones humanas.

4.3 Estructura de un sistema difuso

Un sistema difuso contiene un conjunto de valores numéricos llamados variables de entrada las cuales funcionan como una base de datos. Para lograr transformar estos valores iniciales a datos que el modelo puede interpretar, pasan por un proceso llamado fuzzificación que se encarga de calcular el nivel o rango de pertenencia de los diferentes conjuntos en los cuales se ha separado el universo con el total de los datos. Estas variables son transformadas en reglas con una estructura del tipo Si, Entonces... (ver ecuación 4.1), donde este conjunto de reglas se le conoce como el conocimiento lingüístico el cual permite la resolución de problemas.

Si v_1 es A, y v_2 es B. Entonces Y es C

Ecuación 4.1

De la ecuación anterior, A, B y C son los conjuntos difusos definidos dentro del universo, v_1 y, v_2 , son las variables de entrada y la preposición “y es C” es la conclusión.

La defuzzificación, es el proceso mediante el cual el modelo toma las reglas y las transforma en un resultado numérico denominadas variables de salida.

4.4 Ventajas y desventajas de los sistemas difusos

Un sistema difuso implementa la manera de trabajar de un experto creando un modelo con base en reglas de acción. En los últimos años, este tipo de sistemas se ha utilizado en diversas herramientas para la solución de problemas complejos y no lineales. Una de las grandes ventajas de los sistemas basados en este paradigma es la facilidad de entendimiento al momento del modelado por parte de los expertos a diferencia de otros tantos como los basados en redes bayesianas o redes neuronales los cuales son de tipo caja negra, esto debido a que el proceso no es

visible para el usuario y solo muestra el resultado. Pueden implementarse estos sistemas a dispositivos electrónicos como lavadoras, consolas de videojuegos, computadoras de viaje de automóviles, robots, entre otros.

Una ventaja de implementar sistemas difusos a estos dispositivos es el control de variables, donde la solución es obtenida de inmediato y se tienen mejores resultados que con otro tipo de sistemas expertos.

Una desventaja que presentan estos sistemas es la necesidad de tener definidas todas las variables desde un inicio para poder fijar las reglas y de esa manera determinar la clasificación de los elementos y la solución del problema, debido a que un cambio en la información o en las variables de entrada resulta en cambiar gran parte de este o incluso establecer un nuevo sistema de inferencia.

4.5 Aplicaciones de los sistemas difusos

Los modelos con base en la lógica difusa han obtenido buenos resultados al momento de la toma de decisiones y resolución de diversos problemas que con otros modelos tendrían una mayor complejidad. Debido a esto, se han aplicado desde diversos aparatos electrónicos hasta sistemas de monitoreo en el área de seguridad, control de temperatura, presión o en sistemas de apertura y cierre de puentes o presas.

En el área de predicción, la lógica difusa ha sido aplicada a diversos proyectos tales como la predicción de la temperatura de salida de un arrabio en un horno como es el caso de (Romero M. , 2000), donde este modelo monitorea las diferentes condiciones del ambiente así como la temperatura del horno, de modo que no exista un sobrecalentamiento o enfriamiento, y a medida que se acerca a uno de estos parámetros controla un sistema de enfriamiento o lo cierra para que de esta manera pueda mantener la temperatura ideal.

4.6 Conjuntos difusos

En 1965, Zadeh propone la definición de un conjunto difuso como una clase en la cual de forma gradual tiene una progresión donde puede o no pertenecer a un conjunto.

Matemáticamente, un conjunto difuso se expresa por medio de la ecuación 4.2 como sigue:

$$F = \{(x, \mu_F(x)) | x \in U\} \qquad \text{Ecuación 4.2}$$

Donde:

$\mu_F(x)$ = Es la función de pertenencia

Esta función obtiene valores que oscilan entre 0 y 1. Si x tiene un valor de 0.0 significa que no pertenece al conjunto, mientras que, si su valor es mayor a 0 y menor o igual a 1, el grado de pertenencia puede ser parcial o total.

Las funciones de pertenencia es la manera de representar de forma gráfica los conjuntos difusos pertenecientes a un universo.

Existen diversos modelos o funciones de pertenencia entre los cuales se encuentran la gaussiana, la trapezoidal, la triangular, entre otras como la gamma o la función singleton.

4.7 Funciones de pertenencia

Una función de pertenencia, es la relación existente donde los elementos de un conjunto dado tienen un valor entre $[0,1]$. Este valor, se puede entender como el grado que un elemento pertenece a un conjunto X . Estas funciones permiten la representación gráfica de los conjuntos difusos en un plano. En el eje x se encuentra el universo establecido, mientras que en el eje y se ubican los grados de pertenencia del rango mencionado.

4.7.1 Trapezoidal

Esta función es una de las más utilizadas al momento de resolver problemas utilizando el paradigma de la lógica difusa, debido a que existe cierto rango de pertenencia de los valores dentro de un conjunto, es decir puede tomar diversos valores y seguir siendo considerado parte de este, a diferencia de otras como la triangular donde un valor pertenece totalmente al conjunto cuando llega a cierto punto. Ejemplo de una función trapezoidal es al medir la velocidad de un auto, cuando este se encuentra parado o comenzando a moverse se puede considerar como que su velocidad es baja, posteriormente después de un tiempo al aumentar su velocidad esta se puede considerar como alta; el auto puede acelerar un poco o disminuir su velocidad y seguir siendo considerada como una velocidad alta.

Esta función se define por tener 4 parámetros (a,b,c,d) , donde el valor a se considera como el límite inferior de la función o donde comienza el trapecio, los parámetros b y c son los soportes superiores o el rango de pertenencia máxima y el punto d es el límite superior o el término de la función. En este caso los valores de los 4 parámetros siempre son mayores conforme van aumentando, es decir: $a < b < c < d$. Si los parámetros intermedios (b y c) tienen el mismo valor, esta se convierte en una función triangular. La función trapezoidal se representa mediante la ecuación 4.3:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{para } a < x \leq b \\ 1 & \text{para } b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & \text{para } c < x \leq d \\ 0 & \text{para } x > d \end{cases} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Para resolución del problema y objetivos de este trabajo de investigación se utilizó esta función. La figura 4.1 puede observarse un trapecoide junto con los parámetros que lo componen.

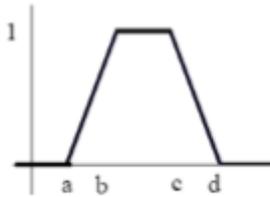


Figura 4.1 Función trapezoidal

4.7.2 Triangular

La función triangular se representa mediante los parámetros {a,b,c}, las cuales determinan las coordenadas de cada vértice que se definió por la función. La representación de funciones de pertenencia triangulares en un universo es sinónimo de la creación de la misma cantidad de reglas difusas. Esta función se puede representar mediante la ecuación 4.4.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{para } x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a} & \text{para } a < x \leq m \\ \frac{b-x}{b-m} & \text{para } m < x \leq b \\ 0 & \text{para } x > b \end{cases} \quad \text{Ecuación 4.4}$$

Para poder distribuir de forma similar los centros de cada función se aplica la ecuación 4.5:

$$\Delta\gamma^1 = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{M - 1}$$

Ecuación 4.5

La figura 4.2 representa un ejemplo de función de pertenencia triangular

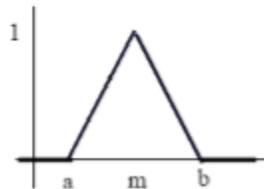


Figura 4.2 Función triangular

4.8 Fusificación

El proceso de fusificación tiene como principal objetivo convertir aquellos valores reales en valores difusos. En este proceso a cada variable de entrada se le asigna un valor con cierto grado de pertenencia dentro de los conjuntos difusos los cuales fueron definidos utilizando alguna función de pertenencia.

4.9 Base de conocimientos

Es aquella que contiene los datos y conocimiento relacionado con el problema y el objetivo para la resolución de este. Es en esta fase donde se deben de establecer las reglas lingüísticas con las que el modelo trabajará y de esta manera definir el modo con el que el sistema funcionará y solucionará los problemas.

4.10 Reglas de inferencia

La inferencia difusa relaciona las variables de entrada y salida para crear las reglas con las que el modelo trabajará. En esta etapa, la inferencia se apoya de la base de conocimientos para poder crear dichas reglas que funcionan mediante diversas condiciones, a modo de obtener un resultado. Su estructura es: Si variable 1= caso 1 y variable 2= caso 2, entonces variable de salida= resultado o acción 1.

4.11 Defusificación

La defusificación es el proceso mediante el cual el modelo difuso obtiene una salida o resultado. Durante la fase de fusificación, este recibe variables de entrada con valores específicos mediante los cuales se determinan ciertos grados de pertenencia en un conjunto difuso dentro del rango [0,1]. Posteriormente la defusificación es el resultado de todas las variables de entrada apoyadas con la base de conocimiento y las reglas de inferencia difusa. Para que este proceso se

lleve a cabo con éxito, es necesario realizar algún método de defusificación, el cual son cálculos matemáticos que permiten la obtención de un resultado o salida final. Ejemplo de estos métodos son:

- **Método del máximo:** La variable de salida obtiene de un conjunto de valores aquel que sea el mayor de todos ellos. Este es un método poco usual debido a que en diversas ocasiones este valor resulta no ser el óptimo.
- **Método del centroide:** En este caso, la variable de salida toma el valor del centro de gravedad de los conjuntos difusos. Es el método más usado en las aplicaciones apoyadas de la lógica difusa, esto debido a que obtiene un resultado único. Matemáticamente es expresada mediante la siguiente ecuación 4.6.

$$\bar{y} = \frac{(\int y \mu_B(y) dy)}{(\int \mu_B(y) dy)} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

Para fines de este trabajo de investigación, el método del centroide es el método de fusificación del cual se apoyará el sistema aquí propuesto.

4.12 Aplicaciones de la lógica difusa en los encuentros deportivos y futbolísticos

Existen diversas investigaciones dirigidas hacia el deporte donde se emplea la lógica difusa, esta sirve de apoyo ya sea para la toma de decisiones o para la solución de problemas. A continuación, se mencionan algunos trabajos que se apoyan de esta metodología:

- Utilización de un Simulador de fútbol como plataforma de prácticas de Inteligencia Artificial: Este modelo diseñado para la toma de decisiones, permite a los estudiantes formar equipos de fútbol y, este sistema experto otorga la posibilidad de crear diversas alineaciones a modo de probarlas, obtener resultados y quedarse con aquella que mejor funcionamiento tenga. (López, Montaner, & De la Rosa, 2005).
- Toma de decisiones difusas y predicción del comportamiento oponente: Este trabajo de investigación crea una liga virtual denominada Simurosot, en esta competencia incluye elementos tales como jugadores de diversas ligas del mundo, jugadores amateurs, o incluso aquellos cuyos comportamientos sean aleatorios. El objetivo de este proyecto es generar diversas situaciones con estos actores, para predecir y contraponerse a ciertas acciones. Este modelo basa sus estudios en el comportamiento de los insectos y las acciones que ellos toman para vencer a sus rivales. (Benavides, Armagno, & Rostagnol, 2006).

- Sistema experto en base a lógica difusa para la iniciación deportiva de niños en la etapa de crecimiento: Este modelo permite conocer las habilidades que los niños van adquiriendo en las diversas etapas de su crecimiento e ir clasificándolas hasta llegar a los diversos deportes que puede desempeñar de mejor manera. Para lograr estos resultados, basan sus datos sobre revisiones médicas, herencia deportiva, peso, estatura y somatotipo. (Quisbert, 2015).
- Sistema basado en lógica difusa para el posicionamiento de jugadores dependiendo su altura: La oportuna posición de un jugador de fútbol es esencial para lograr un buen desempeño dentro del campo de juego. Es así, que este clasificador otorga la posibilidad de clasificar a los jugadores ya sea en portero, defensa, medio o delantero dependiendo de su peso y altura. (Ayala & Benítez, 2005).

Capítulo 5 . Modelo de predicción difuso para encuentros de fútbol soccer mexicano.

5.1 Propuesta

El objetivo de este trabajo de investigación es la creación de un modelo de predicción difuso en el fútbol mexicano de la liga BBVA Bancomer Mx. Para ello se plantea realizar un sistema el cual sea capaz de administrar los datos que en este torneo implica y trabaje bajo este modelo para poder realizar los pronósticos. El esquema general del modelo difuso que se propone en esta investigación se conforma de dos entradas, cada una con dos elementos distintos: las habilidades físicas, mentales y deportivas de cada jugador, y el ranking de Elo. La primera entrada son los datos del equipo local, mientras que los datos del equipo visitante representan la segunda entrada. Este esquema se puede visualizar mediante la figura 5.1.

5.2 Base de datos

El modelo se encuentra conectado a una base de datos; los campos usados en el modelo de predicción difuso pueden observarse mediante la figura 5.2. Esta base se encuentra en su tercera forma normal y cuenta con tablas y relaciones que están ligadas a cada uno de los módulos del sistema, tales como son la tabla jugadores, equipos, estadios, entre otras como habilidades o encuentros. Esta fue desarrollada en la plataforma MySQL Workbench (López J. , 2009).

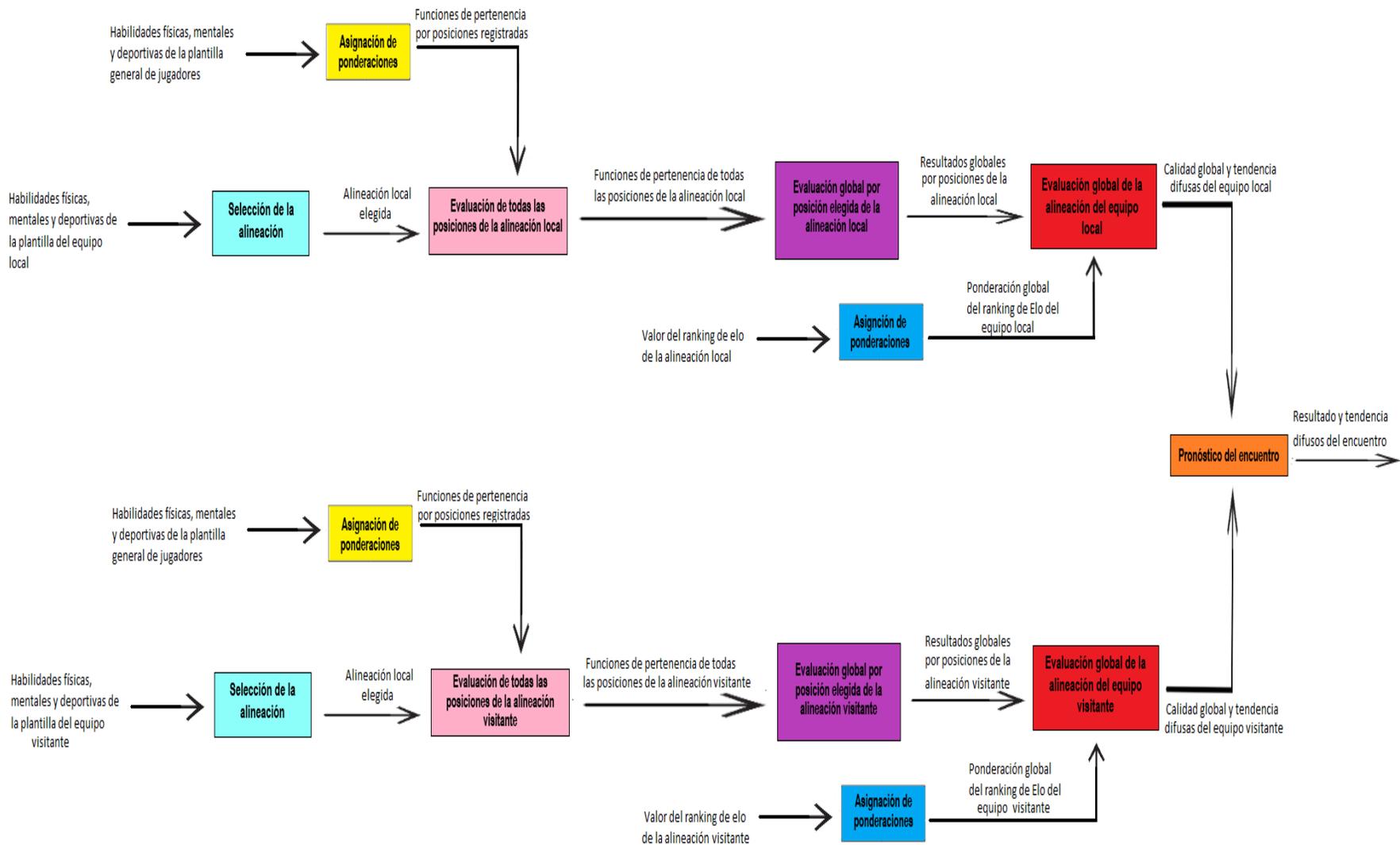


Figura 5.1 Esquema general de funcionamiento del modelo difuso propuesto

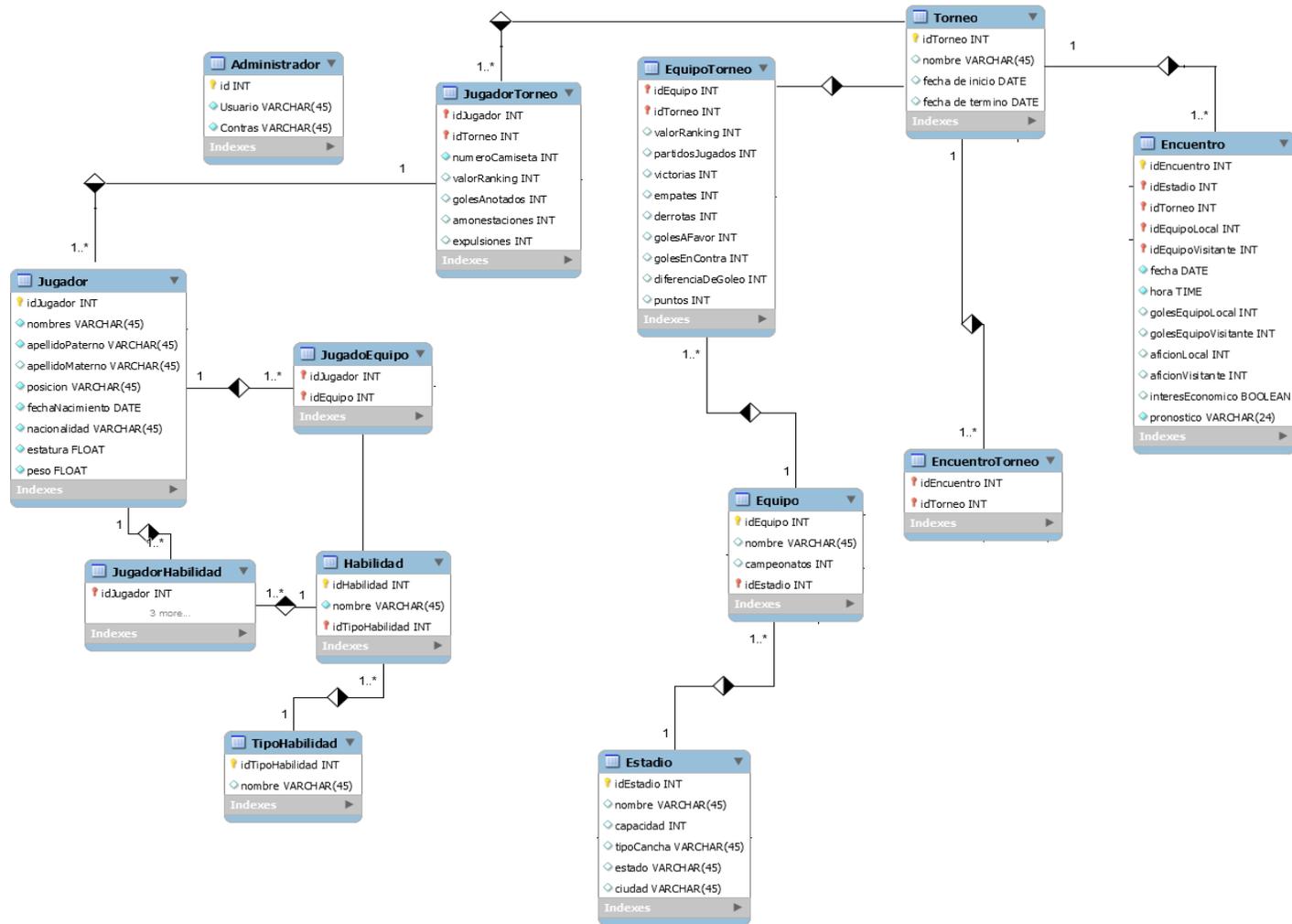


Figura 5.2 Esquema de la base de datos del modelo de predicción difuso

5.3 Análisis de las habilidades de los jugadores

El modelo difuso propuesto, está conformado de dos entradas, la primera de ellas hace referencia a las habilidades de los jugadores, las cuales se muestran en la tabla 3.2 del apartado 3.1 de este trabajo. Cada habilidad tiene un valor que va desde 0 siendo el mínimo posible que se puede obtener, mientras que el máximo es un valor de 100.

Se trabajó con un total de 491 jugadores de primera división en México. Con estos datos se creó un conjunto de entrenamiento, utilizando el algoritmo PART (Gómez H. , 2006) de minería de datos, el cual está orientado a la generación de reglas. Para la creación de estas, se tomaron los datos de los titulares y suplentes de los equipos del torneo apertura 2018 con un total de 56 porteros, 159 defensas, 183 medios y 93 delanteros.

El algoritmo PART admite datos tanto numéricos como nominales, que para efectos de este trabajo, se transformaron estos valores a una escala Likert de 3 rangos: bajo, medio y alto. Esta transformación de datos se realizó con el objetivo de tener una mejor comprensión de estos, donde es más fácil asimilar que un jugador es bueno por tener habilidades medias o altas, que en el caso donde se tiene una evaluación numérica. Dicho entrenamiento de clasificación de jugadores obtuvo el 88.19% de instancias clasificadas correctamente, generando un total de 41 reglas, las cuales sirvieron como base para la creación de las reglas difusas con las cuales trabajará este modelo.

5.3.1 Asignación de habilidades a jugadores

Las habilidades de los jugadores son asignadas por la FIFA y publicadas a través de (Fifa, 2018). Para ingresar el valor de estas al modelo difuso, se selecciona un equipo de la liga Mexicana (ver figura 5.3) y, de la planilla que conforma al club se selecciona un miembro (figura 5.4). Se muestran los datos personales del jugador, así como el conjunto de habilidades que le pertenecen; este apartado puede observarse mediante la figura 5.5. El sistema de apoyo en la toma de decisiones en el fútbol Mexicano descrito en el Apéndice A, es una herramienta de apoyo visual; para ingresar estas habilidades se selecciona el jugador (figura A.6), posteriormente se presiona el botón “Ligas habilidades” y en cada apartado se asigna el valor de la habilidad correspondiente (ver figura A.7). Este sistema transforma automáticamente estos valores numéricos a difusos.

Club	Nombre	Liga	ATA	MED	DEF	MED	Valoración equipo
	Tigres	LIGA Bancomer MX	78	74	73	75	★★★★★
	Monterrey	LIGA Bancomer MX	75	74	73	74	★★★★★
	América	LIGA Bancomer MX	73	75	72	73	★★★★★
	Pachuca	LIGA Bancomer MX	73	71	70	72	★★★★★
	Cruz Azul	LIGA Bancomer MX	72	74	71	72	★★★★★
	Santos Laguna	LIGA Bancomer MX	72	72	71	72	★★★★★
	Toluca	LIGA Bancomer MX	70	73	72	72	★★★★★
	Guadalajara	LIGA Bancomer MX	73	71	69	71	★★★★★
	León	LIGA Bancomer MX	73	70	71	71	★★★★★
	U.N.A.M.	LIGA Bancomer MX	73	69	69	70	★★★★★
	Atlas	LIGA Bancomer MX	71	71	67	70	★★★★★
	Querétaro	LIGA Bancomer MX	70	70	68	70	★★★★★
	Tijuana	LIGA Bancomer MX	69	71	69	70	★★★★★
	Monarcas Morelia	LIGA Bancomer MX	66	70	69	70	★★★★★
	Necaxa	LIGA Bancomer MX	71	68	67	69	★★★★★
	Puebla	LIGA Bancomer MX	69	69	67	69	★★★★★
	Veracruz	LIGA Bancomer MX	72	68	67	68	★★★★★
	Lobos	LIGA Bancomer MX	68	68	65	68	★★★★★

Figura 5.3 Información de equipos y valores pertenecientes

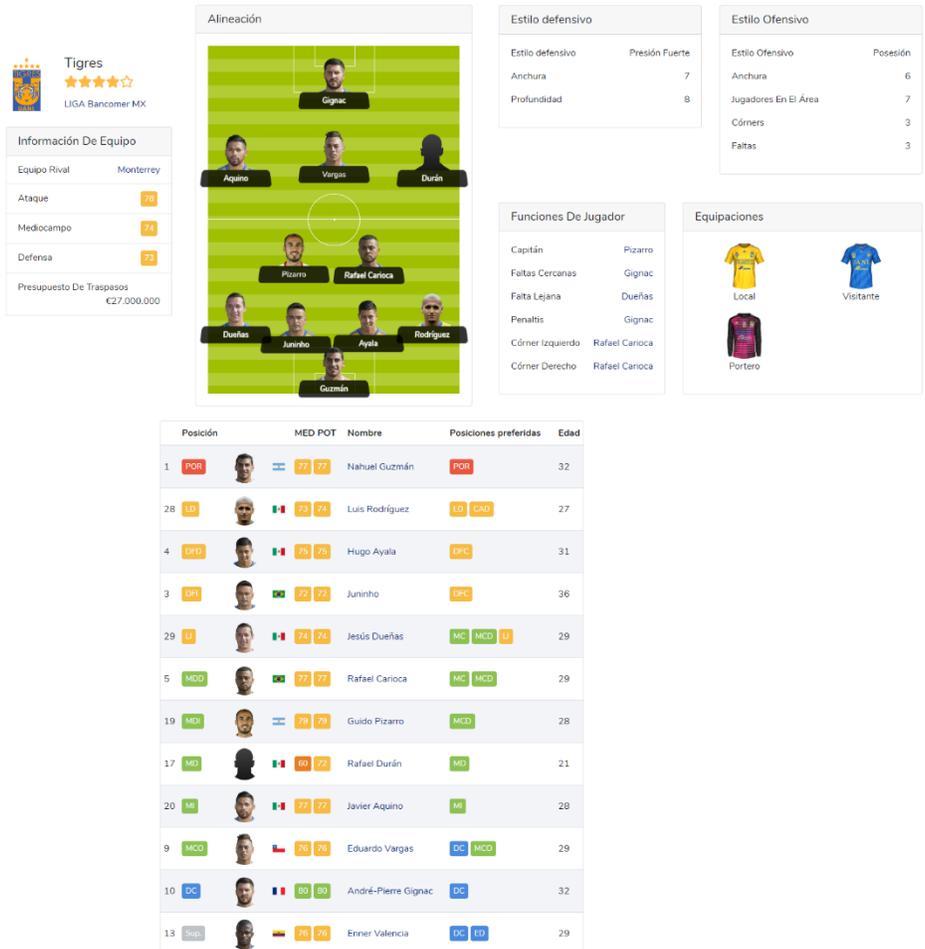


Figura 5.4 Información del club y planilla registrada

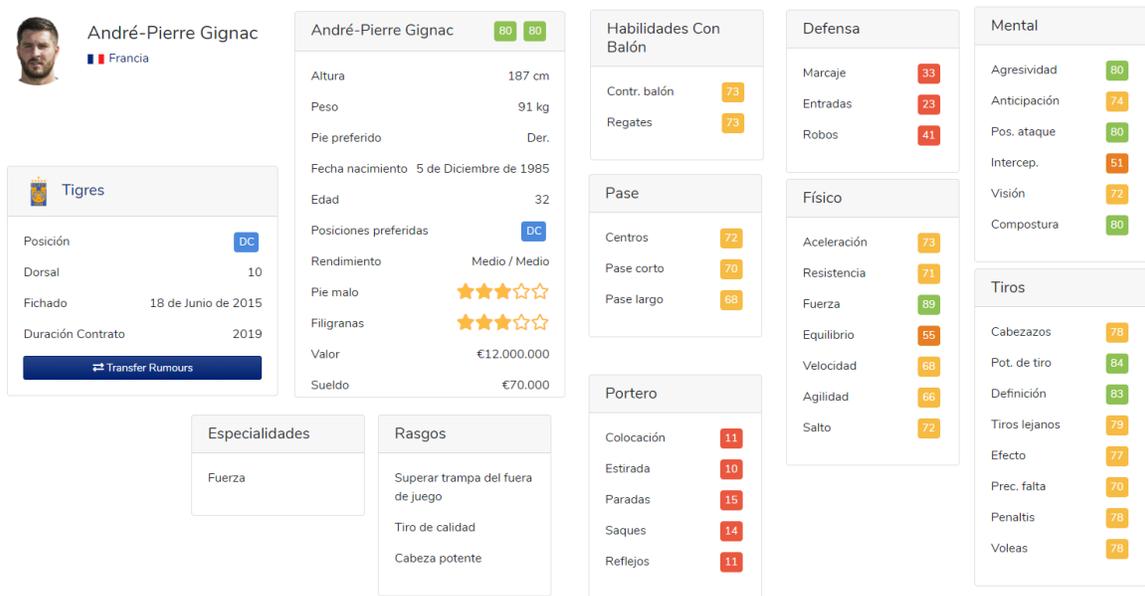


Figura 5.5 Información y conjunto de habilidades de un jugador

5.3.2 Algoritmo PART

Es un algoritmo utilizado en minería de datos como clasificación basado en reglas, creado por Witten y Frank en el año de 1998. Este algoritmo podría considerarse como una mezcla de árboles de decisión y reglas de clasificación. PART adopta una estrategia similar a la del algoritmo J48 al usar la técnica “divide y vencerás”, con lo cual crea las reglas al tomar las ramas que tengan una mayor cobertura y elimina aquellas que no cumplan con las condiciones dadas. Estas se siguen creando de manera recursiva hasta que no queden atributos a considerar. Una de las ventajas que tiene PART sobre otros algoritmos como PRISM (Robles & Sotolongo, 2013) es que sus reglas son muy cortas y toma sólo los atributos más relevantes.

5.3.2.1 Conjunto de reglas utilizando el algoritmo PART

El algoritmo PART toma como base las habilidades que destacan por cada posición y creó un conjunto de reglas, con las cuales se puede determinar qué tan bueno o malo es un jugador cuando cumple ciertas características. Por medio del software Weka, se crearon un obtuvieron un total de 42 reglas, las cuales sirvieron como base para la creación de las reglas difusas que determinan el rango de calidad de un jugador al evaluar sus habilidades. Estas reglas pueden observarse mediante la tabla 5.1.

Analizando la tabla 5.1 se puede observar que cada vez que se genera una regla existen elementos que cumplen dicha sentencia, mientras que aquellos que no encajan pueden entrar en otra; este proceso se repite hasta que todos los datos ingresados se catalogan. Al final de la tabla 5.1, en el apartado Total se tiene 491 jugadores clasificados correctamente, esto significa el número total de datos ingresados, mientras que los 58 jugadores que no cumplieron con la regla son aquellos donde existe cierta confusión. Para comprender mejor este proceso, se puede observar la tabla 5.2 denominada matriz de confusión, la cual muestra la clasificación de clases (portero, defensa, medio y delantero), así como la cantidad de veces que el algoritmo confundió una posición con otra debido al parecido de habilidades que tienen.

El algoritmo PART generó un total de 42 reglas, donde la última no cumple con condición alguna. Es por eso que sólo se pudieron considerar 41 reglas difusas como base en el modelo de predicción, debido a que no se puede crear una regla que únicamente tenga un consecuente pero no contenga variables de evaluación en su antecedente.

Las habilidades que más destacan por cada posición son: colocación para el portero, retén del balón para el medio, visión y barrida en el caso de la defensa y aceleración y precisión de tiro en cuestión de los delanteros (ver en tabla 5.3).

Tabla 5.1 Conjunto de reglas algoritmo PART

Número	Regla	Correctos	Incorrectos	Total
1	DESPEJE = medio AND VISION = bajo AND COLOCACION = medio: PORTERO	21	3	24
2	ESTIRADA = alto: PORTERO	29	2	31
3	REMATES= bajo AND COLOCACION= bajo AND REGATES= medio : DEFENSA	43	5	48
4	REMATES = alto AND CENTROS = medio AND FUERZATIRO = alto AND CONTROL = alto AND REACCIONES = medio: DELANTERO	8	0	8
5	REMATES = alto AND CABECEO = medio AND MARCAJE = medio AND BARRIDA = medio: MEDIO	16	1	17
6	REMATES = alto AND BARRIDA = medio: DELANTERO	19	3	22
7	REMATES = bajo AND COLOCACION = bajo AND BOLEAS = bajo: DEFENSA	7	0	7
8	REMATES = alto AND BARRIDA = alto: MEDIO	4	0	4
9	REMATES = alto AND TLIBRE = alto AND COMPOSTURA = medio: DELANTERO	3	0	3
10	REMATES = medio AND BARRIDA = alto AND PLARGO = medio AND CABECEO = alto: DEFENSA	29	1	30
11	COLOCACION = medio: PORTERO	6	0	6
12	REMATES = bajo AND FUERZA = alto: DELANTERO	5	2	7
13	REMATES = medio AND ENTRADA = alto AND PLARGO = alto AND VELSPRINT = medio: MEDIO	16	0	16
14	ENTRADA = alto AND CENTROS = alto: DEFENSA	23	2	25
15	REMATES = medio AND ENTRADA = alto AND PCORTO = medio AND BOLEAS = medio: DEFENSA	8	0	8
16	REMATES = medio AND TLARGOS = bajo: DEFENSA	8	0	8
17	REMATES = medio AND ENTRADA = alto AND BALANCE = alto: MEDIO	17	1	18
18	REMATES = medio AND ENTRADA = medio AND CABECEO = medio AND PENALES = medio AND FUERZA = medio AND BOLEAS = medio AND TLIBRE = medio AND CURVA = medio AND CENTROS = medio AND SALTO = medio: MEDIO	38	6	44
19	BARRIDA = medio AND PENALES = alto: MEDIO	17	3	20
20	BARRIDA = medio AND MARCAJE = bajo: MEDIO	8	1	9
21	BARRIDA = alto: DEFENSA	8	2	10
22	BARRIDA = medio AND FUERZA = medio AND ENTRADA = medio AND VELSPRINT = alto AND BALANCE = alto AND VISION = medio AND REGATES = medio: DEFENSA	6	2	8
23	BARRIDA = medio AND VELSPRINT = medio AND COMPOSTURA = medio AND INTERCEPCION = medio AND BALANCE = alto AND CENTROS = medio: MEDIO	5	2	7
24	BARRIDA = medio AND VELSPRINT = medio AND REACCIONES = medio: DEFENSA	8	0	8
25	REMATES = medio AND MARCAJE = medio AND FUERZATIRO = medio AND FUERZA = medio: MEDIO	12	1	13
26	FUERZATIRO = medio AND CENTROS = medio AND CONTROL = medio: DELANTERO	20	3	23
27	FUERZATIRO = medio AND PCORTO = alto: MEDIO	6	0	6
28	FUERZATIRO = bajo: DEFENSA	3	0	3
29	BARRIDA = medio AND ACELERACION = alto AND PCORTO = medio AND REACCIONES = medio: MEDIO	5	0	5
30	BARRIDA = medio AND PCORTO = alto AND ACELERACION = alto AND REACCIONES = alto: MEDIO	8	2	10
31	BARRIDA = medio AND REACCIONES = medio: DEFENSA	7	2	9
32	CENTROS = medio AND TLIBRE = medio AND CONTROL = medio: MEDIO	10	1	11
33	CONTROL = alto AND BARRIDA = bajo AND AGILIDAD = alto AND ACELERACION = alto AND SALTO = medio AND CABECEO = medio: MEDIO	11	2	13
34	AGRESIVIDAD = alto: DELANTERO	8	0	8
35	INTERCEPCION = medio AND CENTROS = medio AND FUERZA = alto: DELANTERO	10	2	12
36	INTERCEPCION = bajo AND SALTO = alto AND REACCIONES = medio: DELANTERO	8	2	10
37	INTERCEPCION = bajo AND SALTO = medio: DELANTERO	7	0	7
38	REACCIONES = alto AND CENTROS = medio AND PENALES = alto AND TLIBRE = medio: MEDIO	7	2	9
39	REACCIONES = alto AND REMATES = alto AND CENTROS = medio: DELANTERO	4	1	5
40	INTERCEPCION = bajo AND CENTROS = alto AND CURVA = alto AND FUERZA = medio: PORTERO	3	1	4
41	INTERCEPCION = bajo AND PENALES = alto: DELANTERO	4	1	5
42	: MEDIO	6	2	8
	Total	491	58	549

Tabla 5.2 Matriz de confusión algoritmo PART

POSICIÓN	CLASIFICACIÓN DADA				CORRECTOS	INCORRECTOS	TOTAL	% ACIERTO	% ERROR	% TOTAL
	DELANTERO	PORTERO	DEFENSA	MEDIO						
DELANTERO	82	1	1	9	82	11	93	88.2	11.8	100
PORTERO	0	53	0	3	53	3	56	95	5	100
DEFENSA	7	4	136	12	136	23	159	85.5	14.5	100
MEDIO	7	1	13	162	162	21	183	88.5	11.5	100
TOTAL					433	58	491			
% TOTAL					88.19	11.81	100			

Se obtuvo un 88.19% de instancias clasificadas correctamente, lo que equivale a un total de 433 jugadores de 491, mientras que existe confusión en 58 casos. Interpretando la tabla 5.3, la primera posición que aparece es la de delantero. Esta aparece con 82 jugadores clasificados correctamente, mientras que existe confusión en un caso con el portero, uno con la defensa y 9 con la posición medio, esto sucede ya que existen jugadores que comparten habilidades que son muy parecidas en sus valores. La confusión más grande ocurre en la clase MEDIO, esto se debe a que la función de estos últimos es apoyar tanto en la defensa como en el ataque. La posición de portero es aquella que se encuentra mejor definida y que tiene poca confusión con otras.

A pesar de que todos los jugadores tienen un total de 34 habilidades, hay ciertas posiciones en las cuales no se utilizan algunas, tal es el caso del delantero el cual no destaca la habilidad de reflejo o despeje, ya que estas van más enfocadas a la posición de portero.

Es posible observar las habilidades que destacan por cada posición mediante la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Habilidades que destacan por cada posición

Habilidades	Portero	Defensa	Medio	Delantero
	Estirada	Agilidad	Remates	Remates
	Velocidad	Marcaje	Marcaje	Regates
	Pase largo	Barridas	Regates	Centros
	Colocación	Reacciones	Barridas	Remates
	Agilidad	Pase corto	Reacciones	Marcaje
	Despeje	Pase largo	Pase corto	Agilidad
	Reacción	Colocación	Voleas	Penales
	Fuerza	Salto	Pase largo	Centros
	Tiro largo	Balance	Salto	Pase corto
		Cabeceo	Balance	Colocación
		Aceleración	Penales	Voleas
		Fuerza	Regates	Pase largo
			Velocidad	Aceleración
			Cabeceo	Cabeceo
			Fuerza de tiro	Centros
			Aceleración	Tiros largos
				Salto
				Cabeceo
				Fuerza de tiro
				Agilidad
				Pase largo

5.4 Definición de las reglas difusas en FCL

Para la creación de las diferentes reglas difusas, se tomaron como base las generadas por el algoritmo PART. A partir de estas es posible determinar si un jugador es bueno, malo o regular basándose en sus habilidades. Posteriormente de haber clasificado a cada jugador, se determina que tan bueno es un equipo generando un global por posición siendo estas (portero, defensa, medio y delantero) incluyendo además el global del ranking de Elo, el cual es un valor o puntaje que se tiene por cada victoria o derrota a lo largo de los torneos. Finalmente valorando cada equipo se puede determinar la probabilidad de victoria de cada uno, generando así un posible pronóstico.

Cada uno de los apartados de clasificación y pronóstico se encuentra dentro de un archivo .fcl, el cual contiene aquellas variables tanto de entrada y salida, así como el conjunto de reglas difusas.

5.4.1 Evaluación de posiciones por habilidades

En este caso se consideran como entradas las variables de las habilidades de los jugadores, así como las reglas que determinan la habilidad de estos, las cuales se encuentran en 3 rangos (malo, regular y bueno). Al crear la alineación de un equipo y seleccionar un jugador, se determina en qué posición se desarrollaría mejor y lo muestra en el sistema.

5.4.1.1 Fusificación y defusificación

En este proceso, las variables de entrada y salida tienen valores encontrados dentro del rango entre 0 y 1. El apartado de reglas para las habilidades de los jugadores contiene 34 variables de entrada y 4 de salida. Cada una de ellas tiene rangos iguales, cada uno de estos es de 0.33 con +- 0.2 de tolerancia como solapamiento entre estos.

Las tablas 5.4 y 5.5 muestran las variables lingüísticas, sus valores lingüísticos, así como las funciones de pertenencia trapezoidal respectivas.

Tabla 5.4 Funciones de pertenencia de las habilidades de los jugadores

Variable Lingüística	Valores lingüísticos	Función de pertenencia trapezoidal
CONTROL BALÓN (CB), REGATES (REG), CENTROS (CNT), PASE CORTO (PC), PASE LARGO (PL), COLOCACIÓN (COL), ESTIRADA (EST), RETEN (RET), DESPEJE (DPJ), REFLEJOS (RFJ), MARCAJE (MCJE), BARRIDA (BARR), ENTRADA LIMPIA (EL), AGRESIVIDAD (AG), REACCIONES (REA), POS. ATAQUE (PA), INTERCEPCION (INT), VISION (VS), COMPOSTURA (CMP), ACELERACIÓN (ACEL), ENERGÍA (ENG), FUERZA (FZ), BALANCE (BAL), VEL. SPRINT (VLSP), AGILIDAD (AGL), SALTO (SAL), CABECEO (CAB), FUERZA TIRO (FT), REMATES (REM), TIROS LARGOS (TL), CURVA (CV), PREC. TIRO LIBRE (PTL), PENALES (PEN), VOLEAS (VOL)	Bajo (b)	$\mu^b: (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0)$
	Medio (m)	$\mu^m: (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0)$
	Alto (a)	$\mu^a: (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1)$

Tabla 5.5 Funciones de pertenencia de las variables de salida de las habilidades de los jugadores

Variable Lingüística	Valores lingüísticos	Función de pertenencia trapezoidal
Portero (<i>port</i>), Defensa(<i>def</i>), Medio (<i>med</i>), Delantero(<i>del</i>)	Malo (<i>m</i>)	$\mu^m : (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0)$
	Regular (<i>r</i>)	$\mu^r : (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0)$
	Bueno (<i>b</i>)	$\mu^b : (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1)$

Para el proceso de fusificación se muestran algunas variables del total de ellas. Mientras que para el proceso de defusificación se encuentran las 4 variables. Esto se da en el lenguaje FCL como sigue:

FUZZIFY

Cb

```
TERM b := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);
TERM m := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);
TERM a := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);
END_FUZZIFY
```

FUZZIFY

Reg

```
TERM b := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);
TERM m := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);
TERM a := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);
END_FUZZIFY
```

FUZZIFY

Cnt

```
TERM b := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);
TERM m := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);
TERM a := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);
END_FUZZIFY
```

FUZZIFY

Pc

```
TERM b := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);
TERM m := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);
TERM a := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);
END_FUZZIFY
```

DEFUZZIFY port

```
TERM m := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);
TERM r := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);
TERM b := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);
METHOD : COG;
DEFAULT := 0.0;
RANGE := (0.0 .. 1);
```

```
END_DEFUZZIFY
```

```
DEFUZZIFY def
```

```
  TERM m := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);  
  TERM r := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);  
  TERM b := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);  
  METHOD : COG;  
  DEFAULT := 0.0;  
  RANGE := (0.0 .. 1);
```

```
END_DEFUZZIFY
```

```
DEFUZZIFY med
```

```
  TERM m := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);  
  TERM r := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);  
  TERM b := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);  
  METHOD : COG;  
  DEFAULT := 0.0;  
  RANGE := (0.0 .. 1);
```

```
END_DEFUZZIFY
```

```
DEFUZZIFY del
```

```
  TERM m := (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0);  
  TERM r := (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);  
  TERM b := (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1);  
  METHOD : COG;  
  DEFAULT := 0.0;  
  RANGE := (0.0 .. 1);
```

```
END_DEFUZZIFY
```

5.4.1.2 Conjunto de reglas difusas

En este apartado se encuentra el conjunto de reglas difusas. Se tienen un total de 41, las cuales determinan qué tan bueno es un jugador dependiendo de sus habilidades.

```
RULEBLOCK ReglasEvaluacionPosicionesPorHabilidades
```

```
  AND : PROD;  
  OR  : ASUM;  
  ACT : PROD;  
  ACCU : NSUM;
```

```
  Rule 1 : IF Dpj IS m AND Vs IS b AND Col IS m  
           THEN port IS r;
```

```
  Rule 2 : IF Est IS a  
           THEN port IS b;
```

- Rule 3 : IF Rem IS b AND Col IS b AND Reg IS m
THEN def IS m;
- Rule 4 : IF Rem IS a AND Cnt IS m AND Ft IS a AND Cb IS a AND Rea IS m
THEN del IS b;
- Rule 5 : IF Rem IS a AND Cab IS m AND Mcje IS m AND Barr IS m
THEN med IS r;
- Rule 6 : IF Rem IS a AND Barr IS m
THEN del IS r;
- Rule 7 : IF Rem IS b AND Col IS b AND Vol IS b
THEN def IS m;
- Rule 8 : IF Rem IS a AND Barr IS a
THEN med IS b;
- Rule 9 : IF Rem IS a AND Ptl IS a AND Cmp IS m
THEN del IS b;
- Rule 10 : IF Rem IS m AND Barr IS a AND PI IS m AND Cab IS a
THEN def IS r;
- Rule 11 : IF Col IS m
THEN port IS r;
- Rule 12 : IF Rem IS b AND Fz IS a
THEN del IS r;
- Rule 13 : IF Rem IS m AND Elmp IS a AND PI IS a AND Vlsp IS m
THEN med IS r;
- Rule 14 : IF Elmp IS a AND Cnt IS a
THEN def IS b;
- Rule 15 : IF Rem IS m AND Elmp IS a AND Pc IS m AND Vol IS m
THEN def IS r;
- Rule 16 : IF Rem IS m AND TI IS b
THEN def IS m;
- Rule 17 : IF Rem IS m AND Elmp IS a AND Bal IS a
THEN med IS b;
- Rule 18 : IF Rem IS m AND Elmp IS m AND Cab IS m AND Pen IS m AND Fz IS
m AND Vol IS m AND Ptl IS m AND Cv IS m AND Cnt IS m AND (Sal IS m)

THEN med IS r;

Rule 19 : IF Barr IS m AND Pen IS a
THEN med IS r;

Rule 20 : IF Barr IS m AND Mcje IS b
THEN med IS m;

Rule 21 : IF Barr IS a
THEN def IS b;

Rule 22 : IF Barr IS m AND Fz IS m AND Elmp IS m AND Vlsp IS a AND Bal IS a
AND Vs IS m AND Reg IS m
THEN def IS r;

Rule 23 : IF Barr IS m AND Vlsp IS m AND Cmp IS m AND Int IS m AND Bal IS
a AND Cnt IS m
THEN med IS r;

Rule 24 : IF Barr IS m AND Vlsp IS m AND Rea IS m
THEN def IS r;

Rule 25 : IF Rem IS m AND Mcje IS m AND Ft IS m AND Fz IS m
THEN med IS r;

Rule 26 : IF Ft IS m AND Cnt IS m AND Cb IS m
THEN del IS r;

Rule 27 : IF Ft IS m AND Pc IS a
THEN med IS r;

Rule 28 : IF Ft IS b
THEN def IS m;

Rule 29 : IF Barr IS m AND Acel IS a AND Pc IS m AND Rea IS m
THEN med IS r;

Rule 30 : IF Barr IS m AND Pc IS a AND Acel IS a AND Rea IS a
THEN med IS b;

Rule 31 : IF Barr IS m AND Rea IS m
THEN def IS r;

Rule 32 : IF Cnt IS m AND Ptl IS m AND Cb IS m
THEN med IS r;

Rule 33 : IF Cb IS a AND Barr IS b AND Agl IS a AND Acel IS a AND Sal IS m

```

        AND Cab IS m
        THEN med IS r;

Rule 34 : IF Ag IS a
        THEN del IS b;

Rule 35 : IF Int IS m AND Cnt IS m AND Fz IS a
        THEN del IS r;

Rule 36 : IF Int IS b AND Sal IS a AND Rea IS m
        THEN del IS r;

Rule 37 : IF Int IS b AND Sal IS m
        THEN del IS m;

Rule 38 : IF Rea IS a AND Cnt IS m AND Pen IS a AND Ptl IS m
        THEN med IS r;

Rule 39 : IF Rea IS a AND Rem IS a AND Cnt IS m
        THEN del IS b;

Rule 40 : IF Int IS b AND Cnt IS a AND Cv IS a AND Fz IS m
        THEN port IS r;

Rule 41 : IF Int IS b AND Pen IS a
        THEN del IS r;

END_RULEBLOCK

```

5.4.2 Evaluación de equipos por posiciones

Para determinar qué tan buena es la alineación de un equipo, se tienen como entradas las variables relacionadas al valor global por cada posición (portero, defensa, medio y delantero), así como el valor del ranking de Elo.

5.4.2.1 Fusificación y defusificación de variables

En este apartado se tienen 5 variables de entrada y 1 variable de salida. El proceso de fusificación, corresponde a las primeras, donde se tiene el global de cada posición, así como del ranking de Elo, mientras que el proceso de defusificación corresponde a la variable de salida, el cual contendrá el valor del equipo global.

Las tablas 5.6 y 5.7 muestran las variables lingüísticas, sus valores lingüísticos, así como las funciones de pertenencia trapezoidal respectivas.

Tabla 5.6 Funciones de pertenencia de los valores globales por posiciones

Variable Lingüística	Valores lingüísticos	Función de pertenencia trapezoidal
Portero global (<i>portg</i>), Defensa global (<i>defg</i>), Medio global (<i>medg</i>), Delantero global (<i>delg</i>), Ranking de Elo global (<i>elog</i>)	Malo (<i>m</i>)	$\mu^m : (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0)$
	Regular (<i>r</i>)	$\mu^r : (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0)$
	Bueno (<i>b</i>)	$\mu^b (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1)$

Tabla 5.7 Funciones de pertenencia del valor global del equipo evaluado

Variable Lingüística	Valores lingüísticos	Función de pertenencia trapezoidal
Equipo global (<i>eqpg</i>)	Malo (<i>m</i>)	$\mu^m (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0)$
	Regular (<i>r</i>)	$\mu^r (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0)$
	Bueno (<i>b</i>)	$\mu^b (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1)$

Para el proceso de fusificación se muestran las variables de entrada de las posiciones (portero, defensa, medio y delantero) junto con el valor global del ranking de Elo. El proceso de defusificación cuenta solamente con una variable de salida la cual es el valor global del equipo evaluado. Estos procesos se dan en el lenguaje FCL de la siguiente manera:

FUZZIFY portg

TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
 TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);
 TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);

END_FUZZIFY

FUZZIFY defg

TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
 TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);
 TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);

END_FUZZIFY

FUZZIFY medg

TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
 TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);
 TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);

END_FUZZIFY

FUZZIFY delg

TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
 TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);
 TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);

END_FUZZIFY

FUZZIFY elog

TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
 TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);

```
    TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);  
END_FUZZIFY
```

```
DEFUZZIFY eqpg  
    TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);  
    TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);  
    TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);  
    METHOD : COG;  
    DEFAULT := 0.0;  
    RANGE := (0.0 .. 1);  
END_DEFUZZIFY
```

5.4.2.2 Reglas para posiciones

Para determinar la calidad de la alineación de un equipo se tomaron en cuenta 5 variables, las cuales son las 4 posiciones de un equipo en conjunto con el ranking de Elo. Al tener 3 posibles rangos (malo, regular y bueno) se obtuvieron un total de 243 reglas, esto fue posible al combinarlos con las variables correspondientes ($3^5 = 243$). A continuación, se muestran algunas de las reglas que determinan qué tan bueno es un equipo basándose en los resultados globales de cada posición.

RULEBLOCK ReglasEvaluacionEquipoPorPosiciones

```
    AND : PROD;  
    OR  : ASUM;  
    ACT : PROD;  
    ACCU : NSUM;
```

```
    RULE 81: IF portg IS m AND defg IS b AND medg IS b AND delg IS b AND  
    elog IS b
```

```
    THEN eqpg IS b;
```

```
    RULE 135: IF portg IS r AND defg IS r AND medg IS b AND delg IS b AND  
    elog IS b
```

```
    THEN eqpg IS b;
```

```
    RULE 137 : IF portg IS r AND defg IS b AND medg IS m AND delg IS m  
    AND elog IS r
```

```
    THEN eqpg IS r;
```

```
    RULE 138 : IF portg IS r AND defg IS b AND medg IS m AND delg IS m  
    AND elog IS b
```

```
    THEN eqpg IS r;
```

```
    RULE 163 : IF portg IS b AND defg IS m AND medg IS m AND delg IS m  
    AND elog IS m
```

THEN eqpg IS m;

RULE 164 : IF portg IS b AND defg IS m AND medg IS m AND delg IS m
AND elog IS r

THEN eqpg IS m;

5.4.3 Pronóstico y resultados por equipos

Para lograr generar un pronóstico son necesarios los valores relacionados al global de los equipos local y visitante el cual permite obtener el resultado final. Esto es posible al ingresar como entrada el valor global de cada posición, así como el valor global de Elo, haciendo una ponderación de todas ellas y resultando en un valor único.

5.4.3.1 Fusificación y defusificación

Para el proceso de fusificación, se tienen 2 variables de entrada que corresponden al resultado global del equipo local y visitante y para la defusificación se tienen 2 variables de salida que contendrán los valores del pronóstico de ambos equipos. Las tablas 5.8 y 5.9 muestran las variables lingüísticas, sus valores lingüísticos, así como las funciones de pertenencia trapezoidal respectivas.

Tabla 5.8 Funciones de pertenencia de los valores globales por equipo local y visitante

Variable Lingüística	Valores lingüísticos	Función de pertenencia trapezoidal
Equipo local (<i>eqLoc</i>), Equipo visitante (<i>eqVis</i>)	Malo (<i>m</i>)	$\mu^m (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0)$
	Regular (<i>r</i>)	$\mu^r (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0);$
	Bueno (<i>b</i>)	$\mu^b (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1)$

Tabla 5.9 Funciones de pertenencia de los equipos local y visitante para el pronóstico del encuentro

Variable Lingüística	Valores lingüísticos	Función de pertenencia trapezoidal
Pronóstico Equipo local (<i>proEqLoc</i>), Pronóstico Equipo visitante (<i>proEqVis</i>)	Malo (<i>m</i>)	$\mu^m: (0.0, 1) (0.31, 1) (0.35, 0)$
	Regular (<i>r</i>)	$\mu^r: (0.31, 0) (0.35, 1) (0.64, 1) (0.68, 0)$
	Bueno (<i>b</i>)	$\mu^b: (0.64, 0) (0.68, 1) (1, 1)$

Para obtener el pronóstico del encuentro se realiza el proceso de fusificación de las variables que contienen los valores globales de los equipos local y visitante. El proceso de defusificación permite generar el valor con el pronóstico del encuentro. Estos procesos se dan en el lenguaje FCL como a continuación se escribe:

FUZZIFY eqLoc

TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);

TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);

TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);

END_FUZZIFY

```

FUZZIFY eqVis
  TERM m := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
  TERM r := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);
  TERM b := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);
END_FUZZIFY

```

```

DEFUZZIFY proEqLoc
  TERM p := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
  TERM e := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);
  TERM g := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);
  METHOD : COG;
  DEFAULT := 0.0;
  RANGE := (0.0 .. 1);
END_DEFUZZIFY

```

```

DEFUZZIFY proEqVis
  TERM p := (0.0, 1) (0.32, 1) (0.34, 0);
  TERM e := (0.32, 0) (0.34, 1) (0.65, 1) (0.67, 0);
  TERM g := (0.65, 0) (0.67, 1) (1, 1);
  METHOD : COG;
  DEFAULT := 0.0;
  RANGE := (0.0 .. 1);
END_DEFUZZIFY

```

5.4.3.2 Conjunto de reglas difusas para pronósticos por encuentro

Para obtener un pronóstico se emplearon un total de 9 reglas, las cuales son las posibles combinaciones entre los equipos, donde si uno de ellos tiene un mejor valor global que su contrario se considera como ganador y su contrincante como aquel equipo que perdió, mientras que si se encuentran en el mismo rango se considera como un empate.

```

RULEBLOCK ReglasPronosticoResultadoPorEquipos
  AND : PROD;
  OR  : ASUM;
  ACT : PROD;
  ACCU : NSUM;

```

```

RULE 1 : IF eqLoc IS m AND eqVis IS m
  THEN proEqLoc IS e, proEqVis IS e;

```

```

RULE 2 : IF eqLoc IS m AND eqVis IS r
  THEN proEqLoc IS p, proEqVis IS g;

```

```

RULE 3 : IF eqLoc IS m AND eqVis IS b
  THEN proEqLoc IS p, proEqVis IS g;

```

```
RULE 4 : IF eqLoc IS r AND eqVis IS m
          THEN proEqLoc IS g, proEqVis IS p;

RULE 5 : IF eqLoc IS r AND eqVis IS r
          THEN proEqLoc IS e, proEqVis IS e;

RULE 6 : IF eqLoc IS r AND eqVis IS b
          THEN proEqLoc IS p, proEqVis IS g;

RULE 7 : IF eqLoc IS b AND eqVis IS m
          THEN proEqLoc IS g, proEqVis IS p;

RULE 8 : IF eqLoc IS b AND eqVis IS r
          THEN proEqLoc IS g, proEqVis IS p;

RULE 9 : IF eqLoc IS b AND eqVis IS b
          THEN proEqLoc IS e, proEqVis IS e;

END_RULEBLOCK
```

5.5 Casos de estudio

Para comprender mejor la forma de realizar un pronóstico, se eligió un partido del torneo al azar, siendo este entre los equipos Guadalajara y Cruz Azul correspondiente a la jornada 2. Para poder llevar a cabo este proceso, es necesario crear la alineación de cada equipo, para ello se ingresa al sistema de información y apoyo a la toma de decisiones del fútbol Mexicano descrito en el Anexo A de este trabajo, posteriormente en el menú principal del administrador se ingresa al apartado de pronósticos la cual mostrará en pantalla la figura 5.6 donde es posible elegir a los equipos que se enfrentarán mediante las flechas ubicadas en dirección arriba y abajo hasta encontrar los deseados. En la parte derecha de la pantalla aparece la información donde se llevará a cabo el partido como el estadio, la ciudad, la fecha y la hora, estas son mostradas automáticamente con información de la base de datos. El botón “Crear alineaciones del encuentro” permite elegir a los jugadores que participarán por cada equipo.

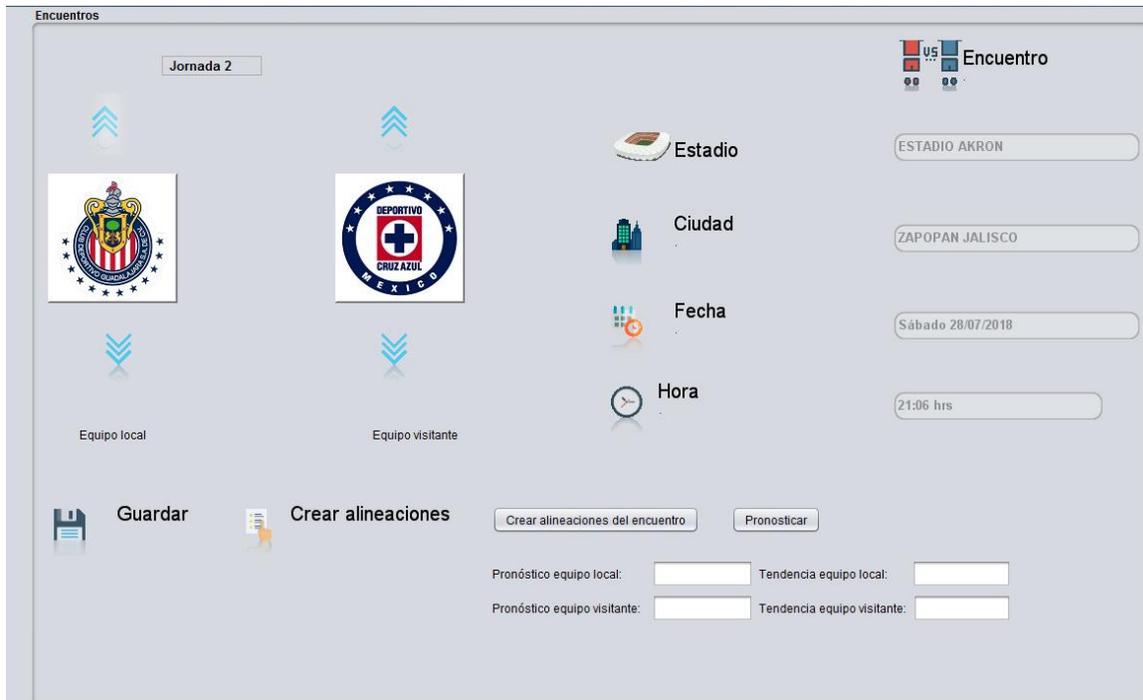


Figura 5.6 Elección de equipos para pronósticar encuentro.

Al presionar el botón “Crear alineaciones del encuentro”, se desplegará una cancha de fútbol junto con la alineación del equipo, donde el usuario seleccionará al jugador que cubrirá cada posición. Para ello, se presionará las playeras que representan al portero, defensas, medios y delanteros, posteriormente aparecerá una lista con todos los jugadores del club, su posición, número de identificación y fotografía. Una vez elegido el jugador, es necesario dar clic sobre la opción “Agregar” para que este aparezca sobre la pantalla que permitirá evaluar la alineación, a la vez que el botón que lo representa se inhabilitará para evitar que se elija dos veces la misma posición. Es posible observar este proceso mediante la figura 5.7.

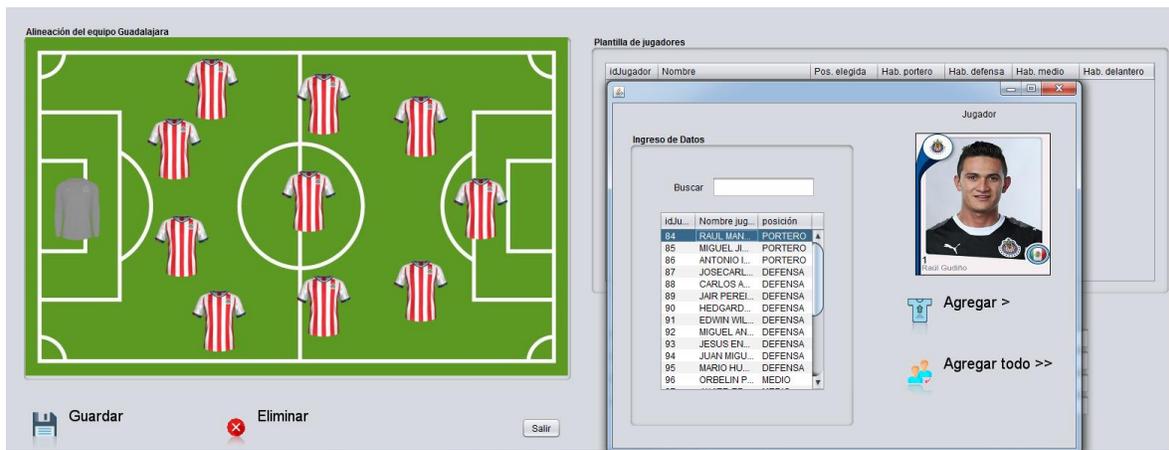


Figura 5.7 Elección de jugadores para crear alineación del equipo Guadalajara

Al completar la alineación que competirá en el encuentro, es necesario realizar una evaluación. Para ello se debe presionar el botón “Evaluar alineación” el cual mostrará que tan buena es cada posición. Esta opción permite obtener el valor global difuso por posición, por ranking de Elo del equipo y uno global el cual determinará si este es bueno, malo o regular. La figura 5.8 muestra la alineación del equipo Guadalajara que es local en el encuentro, mientras que la figura 5.9 muestra la alineación del equipo visitante que corresponde al club Cruz Azul.



Figura 5.8 Valores globales por posición de la alineación del equipo Guadalajara



Figura 5.9 Valores globales por posición de la alineación del equipo Cruz Azul

Al presionar la opción “Evaluar alineación” de ambos equipos, se generará de forma gráfica los resultados difusos del valor global del equipo, la cual contiene 3 rangos, el apartado verde muestra a los equipos que su alineación es mala, el color rojo aquella que es regular, mientras que la parte azul están los equipos que tienden a ser buenos. La figura 5.10 muestra la evaluación del equipo local, mientras que la figura 5.11 tiene los resultados del equipo visitante.

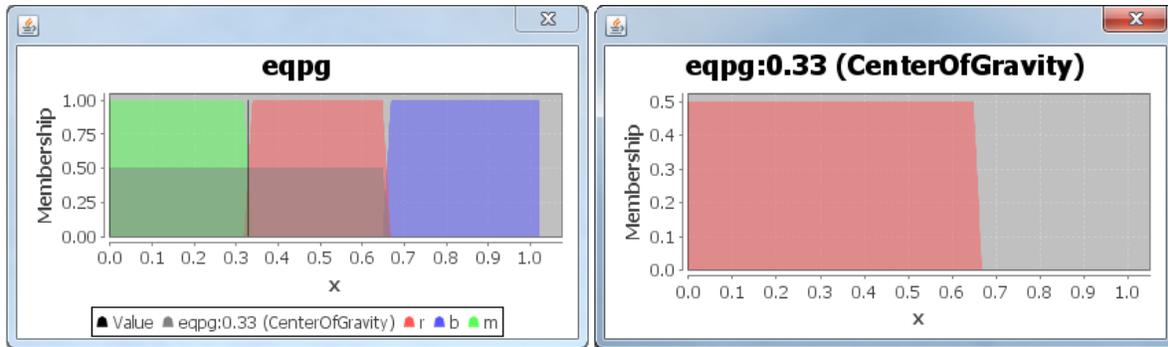


Figura 5.10 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso de la alineación del equipo Guadalajara

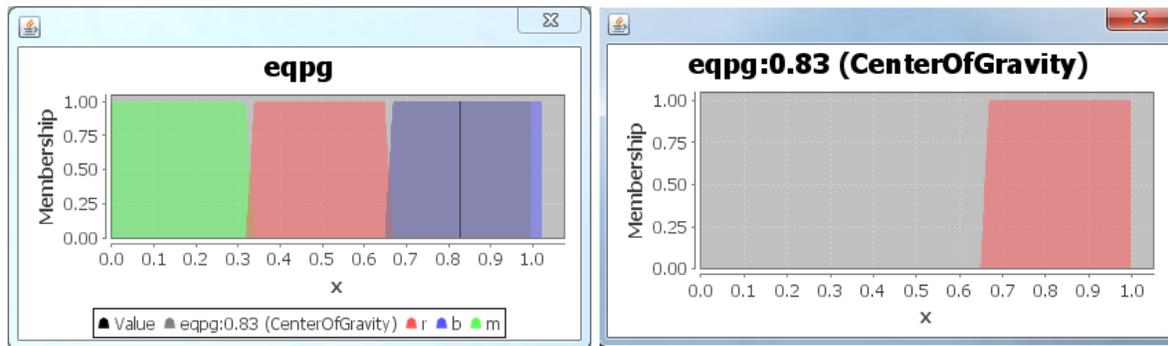


Figura 5.11 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso de la alineación del equipo Cruz Azul

Para generar el pronóstico, es necesario regresar a la pantalla inicial; esto es posible mediante la opción “Salir” que se encuentra en la parte posterior de cada alineación. El botón “Pronosticar muestra al equipo ganador y perdedor junto con sus respectivas gráficas con resultados difusos o en su defecto un empate. La figura 5.12 contiene el resultado del pronóstico, la figura 5.13 tiene el valor difuso del pronóstico del equipo local, mientras que el resultado difuso del equipo visitante se observa mediante la figura 5.14.

Figura 5.12 Pronóstico arrojado por el modelo de predicción difuso

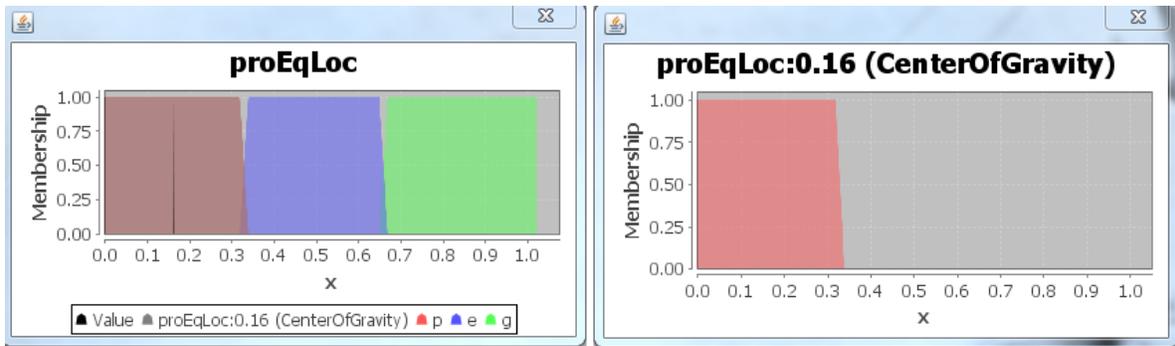


Figura 5.13 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso del pronóstico de la alineación del equipo Guadalajara

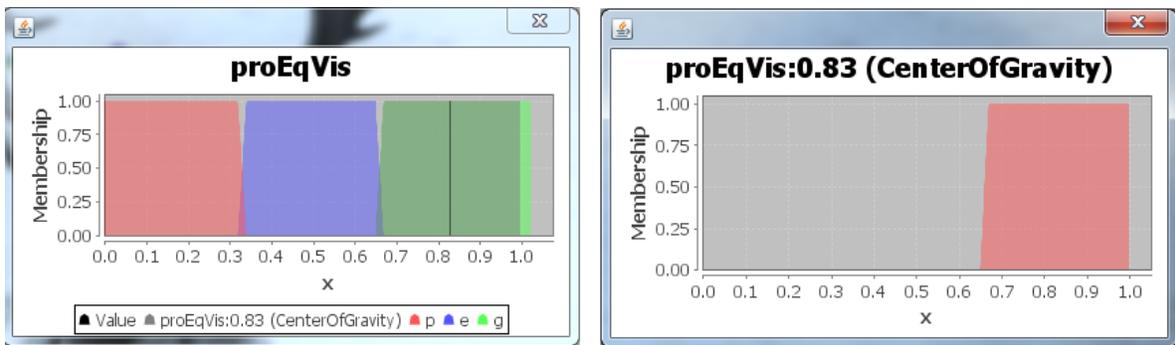


Figura 5.14 Miembros de pertenencia y centro de gravedad del valor difuso del pronóstico de la alineación del equipo Cruz Azul

Para poder comparar el pronóstico con el resultado del encuentro, se hizo uso de la página oficial de la liga Mx, el cual contiene los partidos del torneo Apertura 2018. La figura 5.15 muestra el resultado del encuentro entre los equipos Guadalajara y Cruz Azul correspondiente a la jornada 2, donde el club visitante se alzó con el triunfo, siendo un resultado idéntico al obtenido por el modelo de predicción difuso.



Figura 5.15 Resultado de encuentro Guadalajara vs Cruz Azul. Tomada y adaptada de www.ligabancomer.com

5.6 Discusión de resultados

Para determinar el porcentaje de acierto y error al pronosticar los encuentros de la liga Mx en su torneo Apertura 2018, se eligieron las 17 jornadas del torneo regular, la cual cada una de ellas tiene 9 encuentros, siendo un total de 153 juegos. Todos ellos jugados del 20 de julio de 2018 al 25 de noviembre del mismo año.

Para poder realizar dicho pronóstico, se utilizó el sistema de apoyo de administración de datos y pronóstico de encuentros descrito en el anexo A de este trabajo. El apartado Pronósticos permite seleccionar el encuentro, crear las alineaciones y generar un resultado.

El modelo muestra dos resultados, aquel valor global difuso del equipo, el cual realiza una ponderación por cada posición, y el valor global por tendencia, que muestra un promedio de todos los jugadores junto con el ranking de Elo. El modelo toma el valor difuso para realizar el pronóstico, mientras que el segundo valor sirve para apoyarse en una toma de decisiones, además de determinar qué tan cercano fue el resultado, o si este es similar al anterior.

Al iniciar el torneo, el modelo predijo de forma correcta 4 encuentros, mientras que en 5 de ellos fueron erróneos, estos valores pueden observarse mediante la tabla 5.10. Es posible observar que por medio de las tendencias puede tener una mayor certeza en los resultados como es el caso del encuentro entre Santos vs Lobos BUAP, donde el modelo diagnóstica un empate, mientras que la tendencia indica un resultado favorable para los locales.

En la jornada 2 se tuvieron 4 partidos pronosticados correctamente, y 5 donde el modelo no acertó, la tabla 5.11 almacena estos datos.

La tercera jornada del certamen tiene un comportamiento similar a las anteriores, teniendo un total de 4 resultados favorables y 5 encuentros equivocados. La tabla 5.12 contiene estos resultados.

La tabla 5.13 contiene los resultados de la cuarta jornada. En esta ocasión el nivel de acierto bajó al solo tener 3 encuentros, siendo esta una de las peores jornadas pronosticadas. Este porcentaje puede aumentar si se toma en cuenta los valores globales del equipo.

La quinta jornada tuvo un 55.55% de encuentros acertados por el modelo difuso, teniendo así más de la mitad de efectividad. Estos resultados se pueden consultar mediante la tabla 5.14.

Las jornadas 6 y 7 del torneo apertura 2018, tuvieron un 33.33% de acierto, esto representa 3 encuentros de 9 posibles. La tendencia tiene la posibilidad de dar un poco más de certeza en algunos encuentros, tal es el caso del partido disputado entre los clubes Cruz Azul y Toluca, donde el modelo diagnóstica un empate, pero la tendencia arroja una victoria para el equipo local, el cual fue el resultado final. La tabla 5.15 y 5.16 muestra estos datos de forma respectiva.

Con respecto a las jornadas 8 y 9 se tiene una efectividad del 55%. La mitad del torneo muestra que el rango de acierto oscila entre los 3 y 5 encuentros efectivos con una tendencia que puede representar hasta 7 encuentros acertados. Estos datos pueden deberse a que los jugadores tardan algunas semanas en acoplarse al torneo o a un equipo nuevo. Las tablas 5.17 y 5.18 contienen los datos de dichas jornadas.

Al comienzo de la décima jornada, comienza a haber un aumento en los encuentros que el modelo puede acertar, teniendo un 66.66% de efectividad, siendo esta una de las mejores jornadas pronosticadas. La tabla 5.19 muestra los resultados de este pronóstico.

Posteriormente, a la semana siguiente, se regresó a un promedio de 5 encuentros correctos de 9 posibles. En la tabla 5.20 se puede ver con detalle cada uno de los partidos junto a los valores arrojados por el modelo.

En el último tercio del torneo, que se considera a partir de la jornada 12, se tienen 4 encuentros que el modelo acertó, este resultado es similar al de las siguientes dos jornadas, donde el porcentaje fue 4 encuentros pronosticados correctamente, en contra de 5 erróneos. Las tablas 5.21, 5.22 y 5.23 respectivamente, tienen los valores y resultados de los encuentros de estas jornadas.

La jornada con mayor acierto por el modelo de predicción difuso fue el disputado en la jornada 15 (ver tabla 5.24). Esta tuvo una efectividad del 77.77% lo que equivale a 7 de 9 encuentros. La tendencia acertó a un encuentro más entre los equipos Lobos BUAP y Tijuana, donde serían 8 de 9 encuentros.

Las últimas dos jornadas, demuestran un comportamiento similar donde se obtuvieron 5 de 9 encuentros correctos. El 55.55% fue el porcentaje que más se presentó durante el torneo. Las tablas 5.25 y 5.26 albergan los resultados de estos encuentros.

La jornada 17 presenta un fenómeno que no se presenta a lo largo del torneo, el cual al ser la última, los equipos que clasifican a liguilla con anticipación o están descalificados no presentan a su cuadro titular, dando ventaja con ello a sus contrincantes, tal es el caso del partido entre la escuadra de Lobos BUAP y Toluca en el último certamen, donde los visitantes eran amplios favoritos, pero al asegurar su pase a la siguiente ronda, el equipo cambio mucho su estilo, siendo este muy defensivo y por ende perdiendo el encuentro.

La tabla 5.27 muestra el porcentaje global de aciertos y errores de todos los encuentros jugados.

Tabla 5.10 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 1 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 1												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Veracruz	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.659	Bueno con 0.678	Bueno con 0.829	Malo con 0.003	Bueno con 0.829	Ganador	Empate	Pierde	No
	UNAM	Visitante	Malo con 0	Regular con 0.597	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Perdedor	Empate	Gana	
2	Atlas	Local	Malo con 0	Regular con 0.413	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Sí
	Querétaro	Visitante	Malo con 0	Regular con 0.589	Regular con 0.642	Regular con 0.606	Regular con 0.41	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que ganar	Empate	
3	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Ganador	Puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Puebla	Visitante	Malo con 0	Regular con 0.371	Bueno con 0.712	Bueno con 0.675	Regular con 0.42	Regular con 0.495	Perdedor	Puede empatar más que perder	Pierde	
4	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.517	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	Monterrey	Visitante	Malo con 0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.82	Bueno con 0.829	Empate	Puede empatar más que ganar	Gana	
5	Tigres	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.627	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Ganador	Puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.753	Regular con 0.606	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Perdedor	Puede empatar más que perder	Pierde	
6	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.606	Regular con 0.531	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Empate	Gana	No
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.494	Regular con 0.606	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Empate	Pierde	
7	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Ganador	Empate	Gana	Sí
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Perdedor	Empate	Pierde	
8	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Regular con 0.553	Bueno con 0.834	Regular con 0.495	Empate	Puede ganar más que empatar	Gana	No
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.606	Malo con 0.185	Regular con 0.495	empate	Puede perder más que ganar	Pierde	
9	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Regular con 0.630	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Perdedor	Puede empatar más que ganar	Gana	No
	América	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Regular con 0.553	Bueno con 0.947	Bueno con 0.662	Ganador	Puede ganar más que empatar	Pierde	
Porcentaje de acierto											44.44%	
Porcentaje de error											55.55%	

Tabla 5.11 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 2 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 2												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Tiende a perder	Pierde	
2	Puebla	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.643	Bueno con 0.753	Bueno con 0.718	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Pierde	
3	Querétaro	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.545	Bueno con 0.718	Regular con 0.606	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Gana	No
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Pierde	
4	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Si
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Bueno con 0.718	Regular con 0.553	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
5	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.598	Malo con 0.329	Regular con 0.606	Regular con 0.546	Malo con 0.329	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Si
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.570	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Gana	
6	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.597	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Regular con 0.630	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Pierde	
7	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.606	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	No
	Veracruz	Visitante	Regular con 0.580	Bueno con 0.742	Regular con 0.642	Bueno con 0.786	Malo con 0.003	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
8	Tigres	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.627	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Si
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.441	Bueno con 0.807	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
9	León	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	Si
	Monterrey	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	
Porcentaje de acierto												44.44%
Porcentaje de error												55.55%

Tabla 5.12 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 3 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 3												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Veracruz	Local	Regular con 0.580	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.786	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Si
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.65	Regular con 0.618	Bueno con 0.829	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	
2	Atlas	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.718	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	No
	UNAM	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.617	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
3	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.441	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	
4	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Pierde	No
	América	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Gana	
5	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Empate	puede ganar más que empatar	Gana	No
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Pierde	
6	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Si
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.365	Bueno con 0.718	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Pierde	Tiende a perder	Pierde	
7	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Empate	No
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.494	Bueno con 0.718	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Empate	
8	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	Si
	Puebla	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.465	Bueno con 0.829	Bueno con 0.675	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
9	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.642	Bueno con 0.696	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Si
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Regular con 0.470	Regular con 0.606	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
Porcentaje de acierto												44.44%
Porcentaje de error												55.55%

Tabla 5.13 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 4 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 4												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Puebla	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.671	Regular con 0.477	Bueno con 0.718	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Sí
	Veracruz	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.659	Bueno con 0.678	Bueno con 0.829	Malo con 0.003	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	
2	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
3	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.718	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	Si
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
4	León	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.477	Regular con 0.606	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Pierde	
5	Tigres	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.545	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Pierde	No
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Gana	
6	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Gana	No
	Monterrey	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.662	Empate	Empate	Pierde	
7	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.535	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Perdedor	Puede empatar más que perder	Empate	No
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.675	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Ganador	Puede empatar más que perder	Empate	
8	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.606	Regular con 0.495	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Si
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	
9	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.511	Regular con 0.606	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	No
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Empate	
Porcentaje de acierto												33.33%
Porcentaje de error												66.66%

Tabla 5.14 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 5 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 5												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Veracruz	Local	Regular con 0.580	Bueno con 0.742	Regular con 0.642	Bueno con 0.786	Malo con 0.003	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.494	Regular con 0.606	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	
2	Atlas	Local	Malo con 0	Regular con 0.413	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	No
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
3	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Gana	Sí
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.753	Regular con 0.606	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
4	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.517	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Gana	Sí
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.606	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
5	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Regular con 0.630	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Empate	Sí
	Puebla	Visitante	Malo con 0	Regular con 0.371	Bueno con 0.712	Bueno con 0.675	Regular con 0.42	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
6	Querétaro	Local	Malo con 0	Regular con 0.589	Regular con 0.642	Regular con 0.606	Regular con 0.41	Regular con 0.495	Pierde	Empate	Empate	No
	América	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Regular con 0.553	Bueno con 0.947	Bueno con 0.662	Gana	Tiende a perder	Empate	
7	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Gana	Sí
	UNAM	Visitante	Malo con 0	Regular con 0.597	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que ganar	Pierde	
8	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.606	Regular con 0.531	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
9	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Regular con 0.553	Bueno con 0.834	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que ganar	Gana	No
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Regular don 0.627	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Pierde	
Porcentaje de acierto												55.55%
Porcentaje de error												44.44%

Tabla 5.15 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 6 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 6												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	No
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Empate	
2	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.597	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.545	Bueno con 0.718	Regular con 0.606	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	
3	Puebla	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.663	Bueno con 0.718	Bueno con 0.663	Regular con 0.420	Bueno con 0.721	Gana	Tiende a perder	Gana	Si
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Bueno con 0.718	Regular con 0.553	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
4	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.598	Malo con 0.329	Regular con 0.606	Regular con 0.546	Malo con 0.329	Pierde	Puede perder más que ganar	Gana	No
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Regular con 0.630	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Gana	Tiende a perder	Pierde	
5	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.570	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Empate	puede ganar más que empatar	Gana	No
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Pierde	
6	León	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Gana	No
	América	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Pierde	
7	Tigres	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.627	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Veracruz	Visitante	Regular con 0.580	Bueno con 0.742	Regular con 0.642	Bueno con 0.786	Malo con 0.003	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
8	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.606	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Sí
	Monterrey	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	
9	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.441	Bueno con 0.807	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	No
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Tiende a perder	Empate	
Porcentaje de acierto												33.33%
Porcentaje de error												66.66%

Tabla 5.16 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 7 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 7												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Atlas	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.718	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	No
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.494	Bueno con 0.718	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	
2	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	Sí
	Puebla	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.465	Bueno con 0.829	Bueno con 0.675	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
3	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Empate	No
	UNAM	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.617	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	
4	Veracruz	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.659	Bueno con 0.678	Bueno con 0.829	Malo con 0.003	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	Sí
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.642	Bueno con 0.696	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
5	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	No
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Empate	
6	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Empate	No
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.65	Regular con 0.618	Bueno con 0.829	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	
7	Querétaro	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.365	Bueno con 0.718	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Gana	No
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.441	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	
8	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Pierde	No
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Regular con 0.470	Regular con 0.606	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Gana	
9	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Empate	Sí
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Empate	puede ganar más que empatar	Empate	
											Porcentaje de acierto	33.33%
											Porcentaje de error	66.66%

Tabla 5.17 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 8 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 8												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.477	Regular con 0.606	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Gana	
2	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.675	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Monterrey	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.662	Empate	Empate	Pierde	
3	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.511	Regular con 0.606	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
4	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Gana	Sí
	Veracruz	Visitante	Regular con 0.580	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
5	León	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	UNAM	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.535	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
6	Tigres	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.545	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
7	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.606	Regular con 0.495	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Sí
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.675	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Gana	
8	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	Sí
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Regular con 0.553	Bueno con 0.834	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
9	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.718	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Sí
	América	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	
Porcentaje de acierto												55.55%
Porcentaje de error												44.44%

Tabla 5.18 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 9 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 9												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Veracruz	Local	Regular con 0.580	Regular con 0.517	Bueno con 0.718	Bueno con 0.718	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	Sí
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.651	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Tiende a perder	Gana	
2	Querétaro	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.515	Regular con 0.477	Bueno con 0.718	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Sí
	Puebla	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.663	Bueno con 0.718	Bueno con 0.663	Regular con 0.420	Bueno con 0.721	Gana	Tiende a perder	Gana	
3	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.543	Bueno con 0.829	Bueno con 0.761	Bueno con 0.662	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Sí
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.464	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Empate	
4	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
5	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Regular con 0.630	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Pierde	Tiende a perder	Gana	No
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.570	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Pierde	
6	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Pierde	No
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.598	Malo con 0.329	Regular con 0.606	Regular con 0.546	Malo con 0.329	Pierde	Puede perder más que ganar	Gana	
7	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.597	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.606	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	
8	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Tiende a perder	Gana	Sí
	León	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.734	Bueno con 0.753	Regular con 0.606	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
9	Atlas	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Bueno con 0.718	Regular con 0.441	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Pierde	No
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.441	Bueno con 0.807	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
											Porcentaje de acierto	55.55%
											Porcentaje de error	44.44%

Tabla 5.19 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 10 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 10												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.651	Bueno con 0.718	Bueno con 0.651	Regular con 0.645	Regular con 0.522	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Si
	UNAM	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.515	Bueno con 0.697	Regular con 0.515	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
2	Puebla	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.465	Bueno con 0.829	Bueno con 0.675	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Sí
	América	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.663	Bueno con 0.718	Bueno con 0.663	Regular con 0.420	Bueno con 0.721	Gana	Tiende a perder	Gana	
3	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.577	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Gana	Si
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.729	Bueno con 0.495	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
4	León	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.676	Bueno con 0.659	Regular con 0.466	Bueno con 0.662	Gana	Tiende a perder	Pierde	No
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.577	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Gana	
5	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.570	Bueno con 0.718	Bueno con 0.570	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Si
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.659	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
6	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.788	Bueno con 0.696	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Gana	No
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.5774	Bueno con 0.718	Bueno con 0.786	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
7	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.578	Regular con 0.506	Regular con 0.606	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	Si
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.609	Bueno con 0.753	Bueno con 0.718	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Empate	
8	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Tiende a perder	Empate	No
	Veracruz	Visitante	Regular con 0.580	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.718	Malo con 0.003	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	
9	Tigres	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Empate	Sí
	Monterrey	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Empate	
Porcentaje de acierto												66.66%
Porcentaje de error												33.33%

Tabla 5.20 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 11 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 11												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Veracruz	Local	Regular con 0.580	Regular con 0.517	Bueno con 0.718	Bueno con 0.718	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	Sí
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.676	Bueno con 0.659	Regular con 0.466	Bueno con 0.672	Empate	Tiende a perder	Gana	
2	Atlas	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Bueno con 0.718	Regular con 0.441	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Pierde	Tiende a perder	Gana	No
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.651	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Tiende a perder	Pierde	
3	Querétaro	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.515	Regular con 0.477	Bueno con 0.718	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Si
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.464	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	
4	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.543	Bueno con 0.829	Bueno con 0.761	Bueno con 0.662	Pierde	Puede empatar más que perder	Gana	No
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.570	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Pierde	
5	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	Sí
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	
6	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.642	Bueno con 0.696	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
7	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.617	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Sí
	Puebla	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.465	Bueno con 0.829	Bueno con 0.675	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
8	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.441	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	No
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.65	Regular con 0.618	Bueno con 0.829	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
9	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Empate	No
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.494	Bueno con 0.718	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Empate	
											Porcentaje de acierto	55.55%
											Porcentaje de error	44.44%

Tabla 5.21 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 12 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 12												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.615	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.659	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que empatar	Pierde	
2	Veracruz	Local	Regular con 0.580	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.718	Malo con 0.003	Regular con 0.495	Empate	Empate	Empate	Sí
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.729	Bueno con 0.495	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Empate	Empate	
3	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.570	Bueno con 0.718	Bueno con 0.570	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Empate	Puede empatar más que ganar	Gana	No
	Monterrey	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Empate	Puede perder más que empatar	Pierde	
4	León	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.676	Bueno con 0.659	Regular con 0.466	Bueno con 0.672	Gana	Puede perder más que empatar	Pierde	No
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.651	Bueno con 0.718	Bueno con 0.651	Regular con 0.645	Regular con 0.522	Pierde	Puede empatar más que ganar	Gana	
5	Tigres	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.627	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que empatar	Pierde	Sí
	América	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.663	Bueno con 0.718	Bueno con 0.663	Regular con 0.420	Bueno con 0.721	Gana	Puede empatar más que ganar	Gana	
6	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.578	Regular con 0.506	Regular con 0.606	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que empatar	Pierde	No
	UNAM	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.515	Bueno con 0.697	Regular con 0.515	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que ganar	Gana	
7	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.511	Regular con 0.606	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Empate	Empate	Sí
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.609	Bueno con 0.753	Bueno con 0.718	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Empate	Empate	
8	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.577	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Empate	Puede ganar más que empatar	Gana	No
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.5774	Bueno con 0.718	Bueno con 0.786	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
9	Puebla	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.663	Bueno con 0.718	Bueno con 0.663	Regular con 0.420	Bueno con 0.721	Gana	Empate	Empate	No
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.577	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Empate	Empate	
											Porcentaje de acierto	44.44%
											Porcentaje de error	55.55%

Tabla 5.22 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 13 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 13												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Atlas	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	No
	Veracruz	Visitante	Regular con 0.580	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
2	Querétaro	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.477	Regular con 0.606	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Pierde	Tiende a perder	Gana	No
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Pierde	
3	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.675	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Sí
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Empate	
4	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.511	Regular con 0.606	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
5	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
6	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.662	Empate	Empate	Gana	No
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Pierde	
7	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.718	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	Sí
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.606	Regular con 0.495	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
8	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.535	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	No
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.545	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Empate	
9	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.676	Bueno con 0.659	Regular con 0.645	Bueno con 0.672	Gana	Puede empatar más que perder	Gana	Sí
	Puebla	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.671	Regular con 0.477	Bueno con 0.718	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	
Porcentaje de acierto											44.44%	
Porcentaje de error											66.66%	

Tabla 5.23 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 14 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 14												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Santos	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Gana	No
	Monterrey	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Pierde	
2	Veracruz	Local	Regular con 0.580	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.786	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	Sí
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	
3	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	Sí
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.718	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
4	Tigres	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Empate	No
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Bueno con 0.718	Regular con 0.441	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Empate	
5	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.494	Bueno con 0.718	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	No
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.65	Regular con 0.618	Bueno con 0.829	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
6	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Empate	puede ganar más que empatar	Empate	Sí
	América	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Empate	
7	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.642	Bueno con 0.696	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	UNAM	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.617	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
8	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Gana	Sí
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.365	Bueno con 0.718	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Pierde	Tiende a perder	Pierde	
9	León	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Regular con 0.470	Regular con 0.606	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Pierde	No
	Puebla	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.465	Bueno con 0.829	Bueno con 0.675	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	
											Porcentaje de acierto	44.44%
											Porcentaje de error	55.55%

Tabla 5.24 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 15 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 15												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	Sí
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.545	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	
2	Puebla	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.671	Regular con 0.477	Bueno con 0.718	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	Sí
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.606	Regular con 0.495	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
3	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.675	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Gana	Sí
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
4	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Empate	Sí
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Empate	Empate	Empate	
5	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.662	Gana	Empate	Gana	Sí
	Veracruz	Visitante	Regular con 0.580	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
6	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.718	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	No
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.511	Regular con 0.606	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
7	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.535	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	Sí
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Gana	
8	Querétaro	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.477	Regular con 0.606	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Pierde	Tiende a perder	Gana	No
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Pierde	
9	Atlas	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	Sí
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	
											Porcentaje de acierto	77.77%
											Porcentaje de error	22.22%

Tabla 5.25 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 16 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 16												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Veracruz	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.619	Regular con 0.618	Bueno con 0.619	Malo con 0.003	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Empate	Sí
	Querétaro	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Regular con 0.642	Bueno con 0.589	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	
2	Atlas	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.413	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Empate	Sí
	Pachuca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.577	Bueno con 0.761	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	
3	Cruz Azul	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.496	Bueno con 0.718	Bueno con 0.496	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Lobos BUAP	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Regular con 0.577	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
4	León	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.734	Bueno con 0.788	Regular con 0.734	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	Guadalajara	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.590	Regular con 0.494	Regular con 0.590	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Gana	
5	Tigres	Local	Bueno con 0.829	Regular con 0.627	Bueno con 0.718	Bueno con 0.627	Bueno con 1.0	Bueno con 0.697	Gana	puede ganar más que empatar	Gana	Sí
	Puebla	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Regular con 0.606	Regular con 0.569	Regular con 0.4205	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
6	Necaxa	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.569	Regular con 0.618	Bueno con 0.569	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Empate	No
	Monterrey	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.659	Bueno con 0.788	Bueno con 0.659	Bueno con 0.880	Bueno con 0.662	Gana	puede ganar más que empatar	Empate	
7	Tijuana	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Regular con 0.606	Bueno con 0.577	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	Morelia	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Bueno con 0.829	Bueno con 0.589	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
8	Toluca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.577	Bueno con 0.837	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	No
	UNAM	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.597	Bueno con 0.994	Regular con 0.597	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Gana	
9	Santos	Local	Bueno con 0.729	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.595	Bueno con 0.834	Bueno con 0.728	Empate	puede ganar más que empatar	Empate	Sí
	América	Visitante	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.829	Bueno con 0.710	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Empate	puede empatar más que ganar	Empate	
											Porcentaje de acierto	55.55%
											Porcentaje de error	44.44%

Tabla 5.26 Pronósticos y resultados de los partidos de la jornada 17 del Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Jornada 17												
Encuentro	Equipo	Calidad del equipo	Global difuso del portero	Global de los defensas	Global difuso de los medios	Global difuso de los delanteros	Global del ranking elo	Global del equipo	Pronóstico	Tendencia	Resultado	Acertado
1	Morelia	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.589	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.645	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	Sí
	Cruz Azul	Visitante	Bueno con 0.829	Regular con 0.538	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.751	Bueno con 0.829	Gana	puede ganar más que empatar	Gana	
2	Puebla	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.671	Regular con 0.477	Bueno con 0.718	Regular con 0.420	Regular con 0.495	Empate	Puede perder más que ganar	Empate	Sí
	Tijuana	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.511	Regular con 0.606	Bueno con 0.947	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Empate	
3	Querétaro	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Regular con 0.477	Regular con 0.606	Regular con 0.410	Regular con 0.495	Empate	Tiende a perder	Gana	No
	Necaxa	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.495	Bueno con 0.729	Bueno con 0.829	Regular con 0.460	Regular con 0.495	Empate	Puede empatar más que perder	Pierde	
4	Pachuca	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.718	Bueno con 0.675	Bueno con 0.761	Bueno con 0.829	Gana	Puede empatar más que perder	Empate	No
	León	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.718	Regular con 0.466	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	
5	América	Local	Malo con 0.0	Bueno con 0.710	Bueno con 0.718	Bueno con 0.829	Bueno con 0.947	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	Sí
	Veracruz	Visitante	Regular con 0.580	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.829	Malo con 0.0033	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Pierde	
6	Guadalajara	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.434	Regular con 0.606	Regular con 0.495	Regular con 0.546	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	Sí
	Tigres	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.545	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 1.0	Bueno con 0.829	Gana	puede empatar más que ganar	Gana	
7	Monterrey	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Bueno con 0.880	Bueno con 0.662	Gana	Empate	Gana	Sí
	Atlas	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.413	Regular con 0.553	Bueno con 0.829	Malo con 0.327	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Pierde	
8	UNAM	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.535	Bueno con 0.788	Bueno con 0.718	Regular con 0.629	Regular con 0.495	Pierde	Puede empatar más que perder	Empate	No
	Santos	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.595	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.834	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Empate	
9	Lobos BUAP	Local	Malo con 0.0	Regular con 0.659	Regular con 0.606	Bueno con 0.718	Malo con 0.185	Regular con 0.495	Pierde	Puede perder más que ganar	Gana	No
	Toluca	Visitante	Malo con 0.0	Regular con 0.577	Bueno con 0.829	Bueno con 0.829	Bueno con 0.837	Bueno con 0.829	Gana	Empate	Pierde	
											Porcentaje de acierto	55.55%
											Porcentaje de error	44.44%

Tabla 5.27 Porcentajes de aciertos y errores obtenidos en cada jornada y de manera global en el Torneo Apertura 2018 de la Liga Mx

Torneo Apertura 2018			
Jornada	Porcentaje de aciertos	Porcentaje de errores	Total
1	44.44%	55.55%	100%
2	44.44%	55.55%	100%
3	44.44%	55.55%	100%
4	33.33%	66.66%	100%
5	55.55%	44.44%	100%
6	33.33%	66.66%	100%
7	33.33%	66.66%	100%
8	55.55%	44.44%	100%
9	55.55%	44.44%	100%
10	66.66%	33.33%	100%
11	55.55%	44.44%	100%
12	44.44%	55.55%	100%
13	44.44%	55.55%	100%
14	44.44%	55.55%	100%
15	77.77%	22.22%	100%
16	55.55%	44.44%	100%
17	55.55%	44.44%	100%
Porcentaje global de acierto:			49.67%
Porcentaje global de error:			50.33%

Capítulo 6 . Conclusiones y trabajo futuro

El fútbol es un deporte donde están inmersos diversos elementos y factores que influyen en el resultado de un encuentro. En el caso de esta tesis, se trabaja con las habilidades tanto deportivas, mentales como físicas, las cuales cada jugador tiene y son clave para que su equipo tenga ventaja sobre su contrincante. El algoritmo PART junto con el software Weka se utilizó para clasificar dichas habilidades y crear las reglas que sirven como base en el modelo de predicción difuso. Se pudo observar que de las 34 habilidades que se contemplan, hay algunas que son útiles para posiciones específicas y que no aportan a otras como en el caso del portero y los delanteros donde sus cualidades difieren unas de otras.

Se crearon un total de tres apartados, cada uno de ellos con un conjunto de reglas que permiten clasificar en primera instancia a los jugadores, catalogándolos en uno de los 3 posibles conjuntos (bueno, regular o malo). El primero de ellos clasifica cada posición otorgando un valor global por el portero, defensas, medios y delanteros. El segundo conjunta todos estos valores obtenidos y se apoya del ranking de Elo para obtener un valor global del equipo, de esta manera es posible conocer qué tan buena es la alineación que se enfrentará contra otro club, así como las posibilidades que tienen de vencer. Finalmente, el último apartado genera un pronóstico otorgando un resultado en las opciones ganar, perder y empatar sin que genere la cantidad de goles anotados por cada equipo, así como la tendencia que tienen en cada partido. Se contemplan solo los titulares del encuentro, descartando desde un inicio aspectos como los suplentes, o la posible fractura de algún jugador durante el encuentro, esto porque hay equipos que realizan los cambios en los últimos minutos cuando el encuentro está con un resultado a favor, en contra, o en ocasiones ya con un marcador grande, dando casi por hecho el resultado final. Se pretende realizar el pronóstico al momento de conocer la alineación oficial antes del encuentro.

Los pronósticos fueron hechos para el torneo Apertura 2018 con un total de 153 encuentros, donde se obtuvo un 49.67% de encuentros pronosticados correctamente, lo que equivale a 76 encuentros, a su vez hubo un 77 encuentros donde el resultado no fue el esperado siendo el 50.33%. Esto puede deberse a que solo se tomó en cuenta las habilidades de los jugadores dejando de lado otros aspectos como la temperatura, la altura entre otros que pueden haber beneficiado o perjudicado a alguno de los equipos que perdieron, empataron o ganaron, inclusive cuando el modelo había pronosticado un resultado diferente.

Cabe destacar que se cumplieron con todos los objetivos del presente trabajo. El primero de ellos fue la creación de una base de datos en el gestor MySQL Workbench. Esta permite almacenar la información que respecta al torneo, los equipos participantes, sus estadios, los jugadores registrados, así como las habilidades de cada uno de ellos. Se desarrolló una interfaz gráfica que está conectada a la base de datos y trabaja con archivos .fcl, los cuales contienen el

conjunto de reglas difusas que permiten clasificar a los jugadores y obtener los probables resultados, esto con el objetivo de realizar los pronósticos de forma más sencilla, al seleccionar de forma visual los encuentros y modificar la alineación en caso de ser necesario.

Otro aspecto a considerar es la creación de las reglas que sirvieron como base para la creación de este modelo de predicción difuso, que en conjunto con las habilidades, el valor global por cada posición y el ranking de Elo, se puede establecer parámetros para construir un pronóstico.

Para darle continuidad a este trabajo, se plantea la posibilidad de recopilar más datos que sirvan de apoyo para incrementar las posibilidades de un equipo frente a otro y, así tener pronósticos más certeros en un futuro próximo. Dentro de las variables a considerar se encuentran las siguientes:

- Características físicas de los jugadores o características antropomórficas: los jugadores entrenan de forma continua para obtener fortaleza, resistencia y mejorar su condición, es por ello que estas características permiten conocer que jugadores tienen una mayor ventaja sobre otros del equipo rival.
- La experiencia del director técnico: tener un dirigente que tenga la experiencia de manejar los encuentros, realizar los cambios pertinentes y crear estrategias que definan un encuentro es primordial al momento de ganar un encuentro.
- El apoyo de la afición: un equipo que se siente motivado por su afición tiende a dar espectáculos y un estilo de juego agradable a modo que este factor pueda ser un incentivo para vencer al rival.
- Las condiciones climáticas: el entorno, el clima, la altura, la cancha, son aspectos que pueden afectar o beneficiar a un equipo. Existen clubes acostumbrados a determinado horario, o condiciones que toman a favor para rendir más en el encuentro.
- El historial y racha de cada club: un equipo que ha tenido una serie de juegos ganados de forma continua en el torneo obtiene confianza y se plantea que continúe con esa tendencia, de igual forma que aquellos equipos que continuamente tengan resultados adversos. Este factor puede resultar de gran ayuda para establecer un pronóstico rápido.
- Intereses económicos: el fútbol como otros deportes o actividades, son generadores de grandes ganancias. Existen clubes que por su popularidad o historia aportan grandes sumas de dinero. Por lo tanto se plantea determinar si este factor puede ser determinante en una fase final o de descenso.

Estas variables como factores que intervienen en los encuentros, pueden servir como refuerzo para mejorar la precisión del pronóstico y dar resultados más cercanos a los obtenidos de manera real en la liga Mx. Sin embargo, al tener más variables el modelo sería mayormente complejo.

Apéndice A. Diseño e implementación de un sistema de información de apoyo a la toma de decisiones en encuentros de la liga mx del fútbol soccer mexicano

El uso de herramientas en el ámbito futbolístico es común al momento de tomar decisiones, esto con la finalidad de obtener la mayor información sobre el rival y tener la mejor estrategia y alineación que lo pueda vencer. Las más comunes son las estadísticas, videos, investigar las habilidades de cada jugador, el observar los entrenamientos del rival, entre otros. Hasta el momento a nivel profesional no se cuenta con una herramienta capaz de conjugar todos estos elementos, con lo cual este trabajo de investigación pretende tener. El desarrollo de este sistema de toma de decisiones está basado en el lenguaje de programación Java (Groussard, 2014).

Java es un lenguaje de programación multiplataforma propiedad de la empresa Oracle. Este lenguaje orientado a objetos permite el desarrollo de sistemas capaces de ser ejecutados bajo cualquier sistema operativo, lo que su portabilidad es una de sus grandes ventajas. El sistema de toma de decisiones en el fútbol mexicano está hecho de tal modo que el usuario lo maneje con facilidad y sea de fácil comprensión.

Los diferentes módulos del sistema se describen a continuación.

A.1 Pantalla de Bienvenida

El sistema difuso cuenta con una pantalla inicial o de bienvenida, en ella aparece una imagen relacionada al tema abordado acerca del ámbito futbolístico, de igual manera es posible observar el título del sistema denominado “Sistema difuso de predicción de resultados en el fútbol mexicano”. En este apartado, se brinda dos posibilidades donde es posible continuar, o de igual forma el salir si así se desea. Para continuar, se puede observar un botón de inicio en la parte media de la pantalla. Esta se puede visualizar en la figura A.1.



Figura A.1 Pantalla inicial del sistema de información de fútbol

A.2 Pantalla de usuarios

La segunda pantalla del sistema se puede observar en la figura A.2. En esta es posible encontrar dos opciones. Aquella localizada en la parte izquierda de la pantalla permite ingresar al menú del administrador, mientras que aquella de la derecha, ingresa al menú del usuario invitado.



Figura A.2 Selección de usuarios

A.3 Autenticar usuario

Esta opción permite al administrador ingresar al sistema siempre y cuando ingrese el usuario y contraseña correcta. El crear un apartado de seguridad se diseñó con la intención de que los datos se mantengan seguros y estos no puedan ser alterados, dando con ello fiabilidad al momento de obtener un pronóstico. Este apartado puede ser visualizado en la figura A.3.

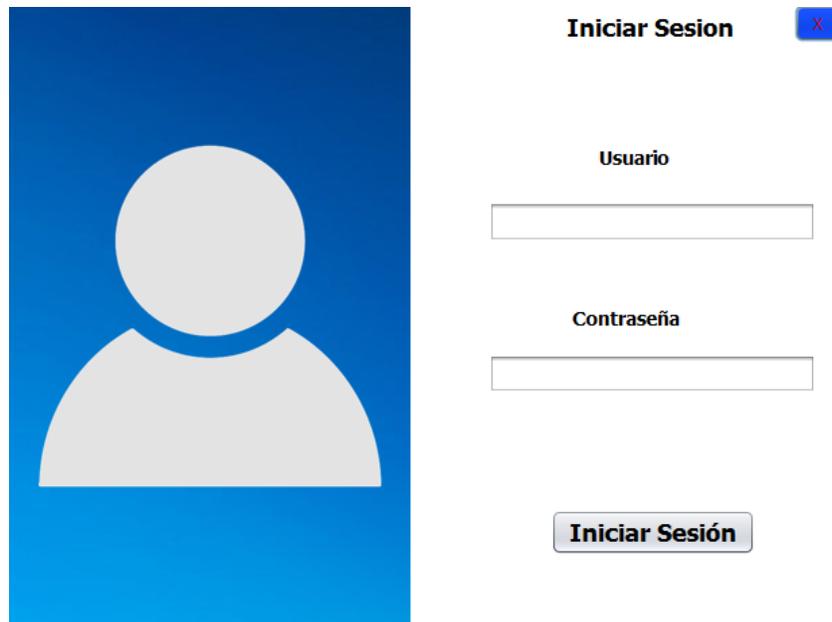


Figura A.3 Apartado de identificación del usuario administrador

A.4 Menú principal administrador

Una vez que el administrador se identifica con el sistema, se muestra el menú principal de administrador, este contiene los diversos módulos en los cuales se administrará la información. El administrador será capaz de manejar y editar la información y los elementos de cada apartado, tales como altas y bajas ya sea de jugadores, torneos, árbitros, directores técnicos, encuentros e incluso los factores que el encuentro tendrá o incluso aquellas habilidades con las que cada jugador cuenta. El menú principal de administrador puede encontrarse en la figura A.4.

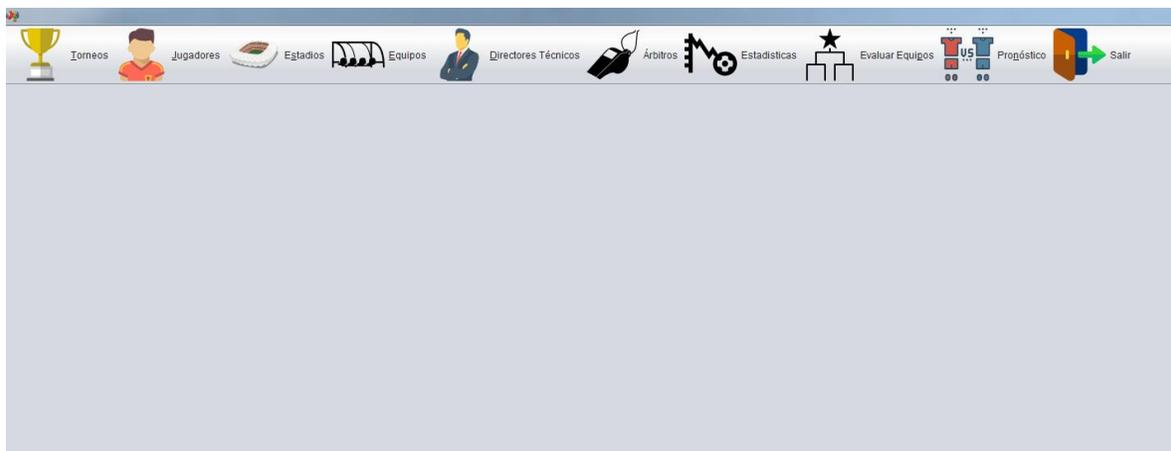


Figura A.4 Menú principal del administrador

A.5 Módulo torneos

En este apartado, se registra el torneo que estará vigente durante 6 meses. Para ello se presiona el botón “Nuevo”, posteriormente se procede a colocar el nombre, así como las fechas de inicio y término. Al inicio del torneo no existe campeón aún, para ello se selecciona la opción Ninguno. Al finalizar este, conociendo al equipo campeón, es posible editar los datos. Para hacerlo se selecciona el torneo a modificar, se presiona el botón “Editar” y se colocan los datos correctos. Este módulo puede ser observado en la figura A.5.

The screenshot shows a software interface for managing tournaments. It is divided into two main sections: 'Ingreso de Datos' (Data Entry) and 'Busqueda' (Search).

Ingreso de Datos: This section contains four input fields: 'Nombre' (Name), 'Fecha de Inicio' (Start Date), 'Fecha de Término' (End Date), and 'Campeón' (Champion), which is a dropdown menu. Below these fields are six buttons: 'Nuevo' (New), 'Editar' (Edit), 'Eliminar' (Delete), 'Cancelar' (Cancel), 'Imprimir' (Print), and 'Salir' (Exit).

Busqueda: This section features a search bar labeled 'Buscar' and two buttons: 'Ligar a equipos' (Link to teams) and 'Ligar a jugadores' (Link to players). Below the search bar is a table displaying tournament data.

IdTorneo	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de termino	Campeón
3	CLAUSURA 2018	2017-01-07	2017-05-20	Santos
4	APERTURA 2017	2017-07-20	2017-12-25	Tigres

Figura A.5 Módulo torneos

A.6 Módulo de jugadores

Este apartado permite ingresar los datos de los jugadores que participarán en uno o varios torneos. Para ello el botón “Nuevo” permite habilitar los campos donde se ingresará la información para posteriormente guardarla. Es posible agregar la fotografía del jugador, esto con la finalidad de distinguirse de otros en caso de que

existan varios con nombres iguales o similares. Para visualizar mejor este módulo, se puede observar la figura A.6.

Ingreso de Datos

Nombres: Estatura:

Apellido Paterno: Peso:

Fecha de Nacimiento: Nacionalidad:

Apellido Materno: Posición:

Busqueda

Buscar:

IDJu...	Nombre	Apellido Paterno	Apellido M...	Posición	Fecha de ...	Nacionali...	Estatura	Peso
227	IRVIN FRANCISCO	MOJICA	GARCÍA	DEFENSA	1996-10-04	MEXICANO	1.77	65
228	LUIS ERNESTO	PÉREZ	MARTÍNEZ	MEDIO	1989-03-15	MEXICANO	1.75	77
229	DIETER DANIEL	VILLALPANDO	PÉREZ	MEDIO	1991-08-04	MEXICANO	1.71	70
230	PEDRO FRANCISCO	ESQUIVEL	MONTOYA	MEDIO	1993-08-03	MEXICANO	1.75	70
231	MATIAS ARIEL	FERNÁNDEZ	FERNÁN...	MEDIO	1986-05-15	CHILENO	1.76	73
232	FERNANDO RUBÉN	GONZÁLEZ	PINEDA	MEDIO	1994-01-27	MEXICANO	1.75	78
233	CARLOS ALBERTO	PEÑA	RODRÍGU...	MEDIO	1990-03-29	MEXICANO	1.77	82
234	EMMANUEL GIOVANI	HERNÁNDEZ	NERI	MEDIO	1993-01-04	MEXICANO	1.73	75
235	MARCELO IVÁN	ALLENDE	BRAVO	MEDIO	1999-04-07	CHILENO	1.65	64
236	BRYAN ANDRÉS	CARVALLO	UTRERAS	MEDIO	1996-09-15	CHILENO	1.68	62
237	DANIEL	ÁLVAREZ	LÓPEZ	DELANTE...	1994-07-22	MEXICANO	1.76	74
238	FACUNDO ISMAEL	CASTRO	SOUTO	DELANTE...	1995-01-22	URUGUA...	1.78	67
239	MARTÍN	BARRAGÁN	NEGRETE	DELANTE...	1991-07-14	MEXICANO	1.79	78
240	BRIAN LEONEL	FERNÁNDEZ		DELANTE...	1994-09-26	ARGENTI...	1.72	76

Figura A.6 Módulo jugadores

A.6.1 Módulo habilidades

Una vez agregado el jugador, es posible ligarlo con el torneo actual o con el equipo que participará, siempre que estos ya hayan sido registrados. En el caso del apartado de habilidades, estas se encuentran definidas en la página oficial de la FIFA, solo es necesario trasladarlas al apartado de habilidades. Para poder ligar un jugador con estas, se selecciona de la tabla inferior y posteriormente se presiona el botón "Ligar a habilidades", posteriormente se abrirá una ventana, la cual corresponde a la figura A.7, donde será posible asignar valor a cada una de estas. Para ello, se selecciona la opción editar, posteriormente se mueve la barra de valores y, para finalizar se presiona la opción guardar.

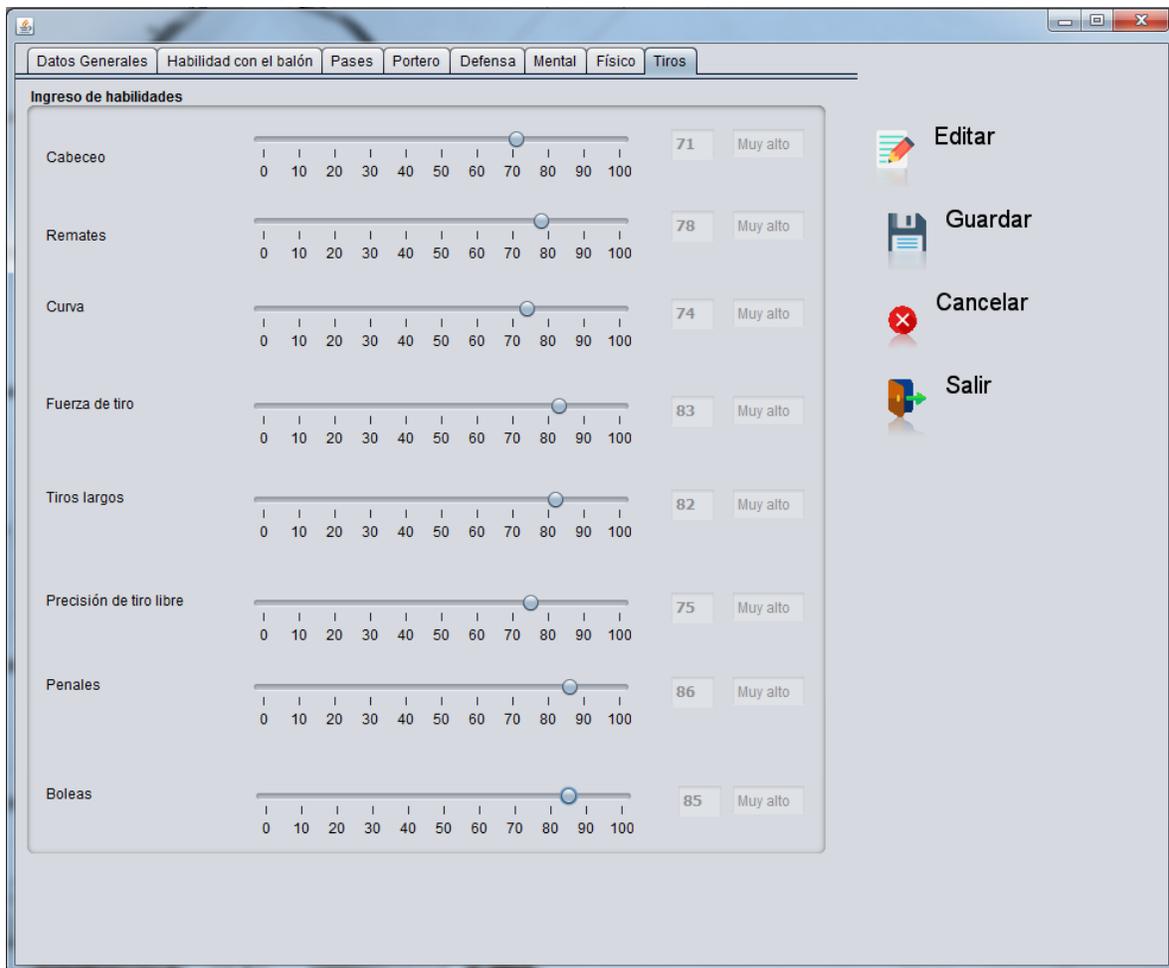


Figura A.7 Módulo para ligar habilidades a los jugadores

A.7 Módulo estadios

En esta opción es posible administrar los estadios que se encuentran registrados en la liga Mx. El proceso es similar al de los demás módulos, se presiona el botón nuevo para poder habilitar los apartados donde se seleccionan los datos que le corresponden a dicho estadio, además es posible adjuntar la fotografía del recinto. La imagen A.8, corresponde al módulo de estadios.

Ingreso de Datos

Nombre: Capacidad:

Tipo de cancha: Estado: Ciudad:

Busqueda

Buscar:

IDEstadio	Nombre	Capacidad	Tipo de cancha	Estado	Ciudad
1	Jalisco	53985	Natural	Jalisco	Guadalajara
2	Azteca	87000	Natural		
3	Azul	36681	Natural		
4	Omnilife	49850	Natural		
5	Nou Camp	28943	Sintético		
6	Olimpico Universitario BUAP	19283	Natural		
7	BBVA Bancomer	53500	Natural		
8	Morelos	38869	Natural		
9	Victoria	25994	Natural		
10	Hidalgo	27512	Natural		
11	Cuauhtemoc	51726	Natural		
12	Corregidora	35575	Natural		
13	TSM	30000	Natural		
14	Universitario	42000	Natural		
15	Caliente	27333	Sintético		
16	Memorio Diaz	20000	Natural		

Figura A.8 Módulo estadios

A.8 Módulo equipos

En este módulo se permite agregar un equipo, para ello se agregan los datos que le corresponden, tales como el nombre, el estadio donde juega (se pueden ligar si se registraron anteriormente), los campeonatos obtenidos, así como el logo de este. La figura A.9, muestra los datos que se añaden en este apartado.

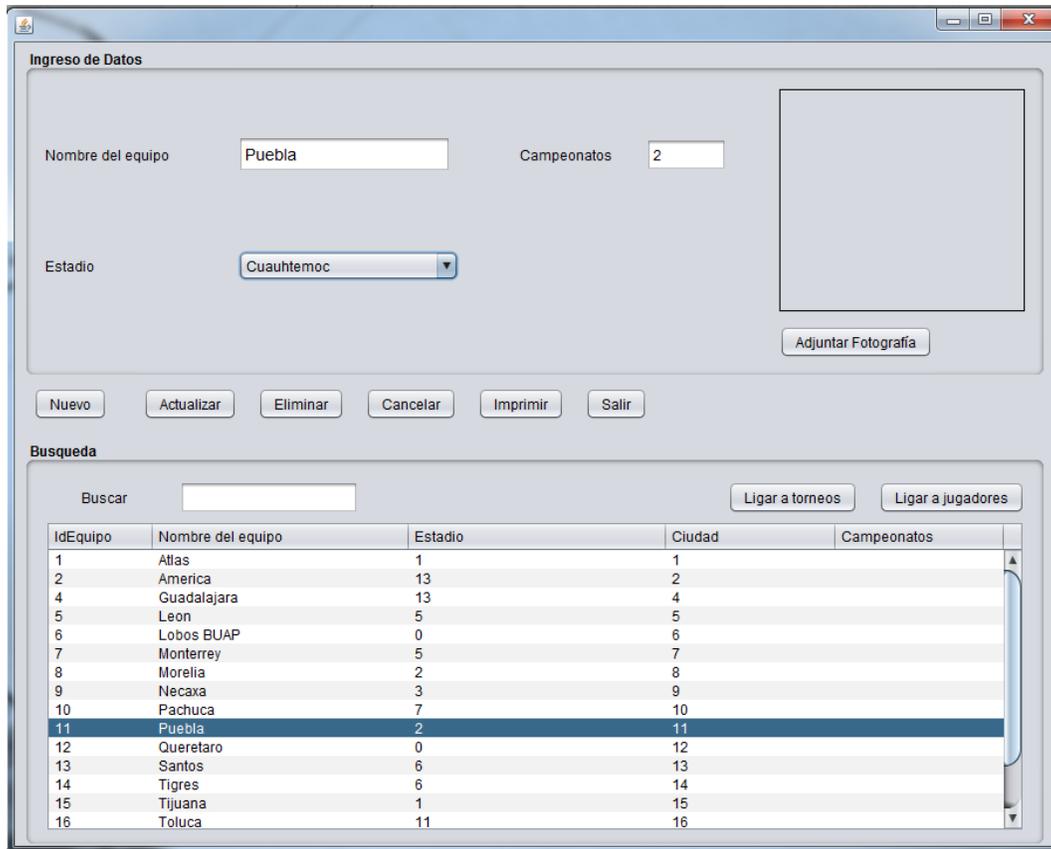


Figura A.9 Módulo equipos

A.9 Módulo encuentros

Para poder definir un encuentro, es necesario dirigirse al módulo con el mismo nombre; al abrirse, este permitirá seleccionar la jornada a disputarse y los equipos involucrados. El logo que se encuentra en la parte izquierda corresponde al equipo local, mientras el derecho es el plantel visitante. Los datos del partido tales como el estadio, ciudad, fecha y hora aparecen automáticamente al seleccionar el equipo que tendrá la sede, aunque estos dos últimos son editables por si se llega a suspender o cambiar la fecha del encuentro. Para poder apreciar mejor este proceso, se puede observar la imagen A.10.

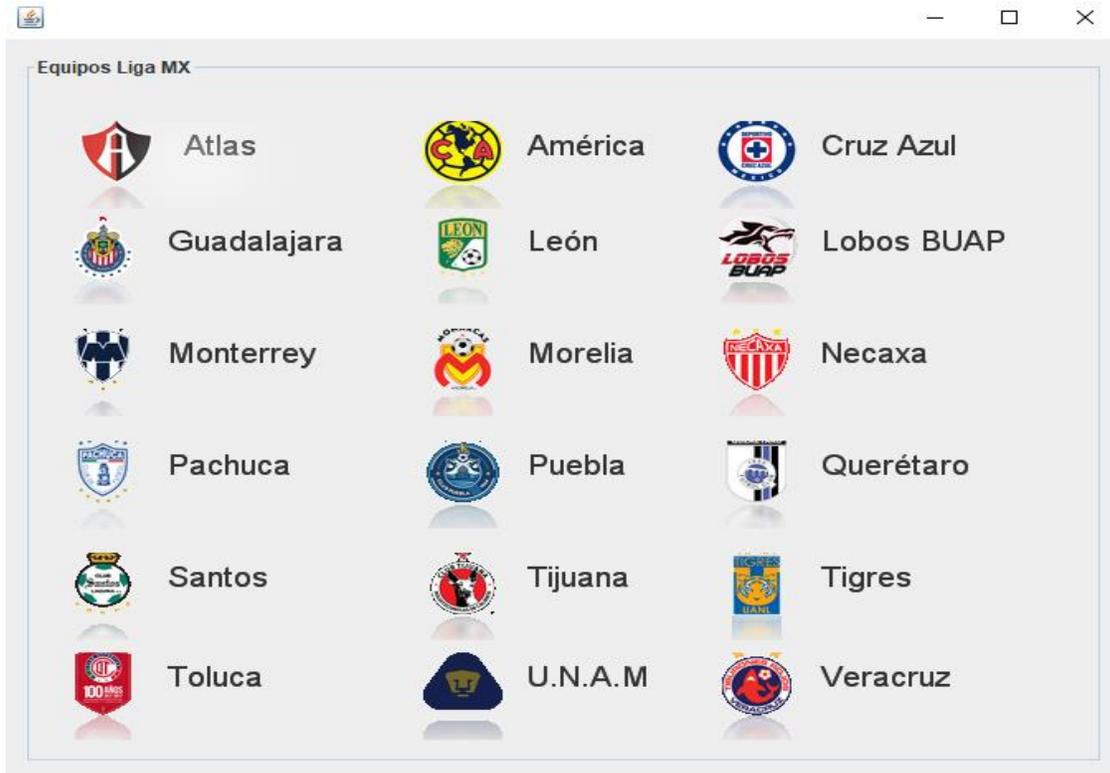


Figura A.10 Módulo Encuentros

A.10 Módulo pronósticos

Este apartado permite realizar las alineaciones correspondientes a cada equipo para poder obtener un posible pronóstico. Al seleccionar este menú, se abrirá una ventana (ver figura A.11) con todos los planteles registrados. Posteriormente al elegir alguno, se apertura una ventana con la representación de un campo de fútbol con los 11 jugadores con los que cuenta cada club. El administrador seleccionará los jugadores que cubrirán cada posición, esto tanto para el equipo local como para el visitante. Una vez completada la alineación, el usuario elegirá la opción generar pronóstico, el cual consultará el archivo .fcl que contiene el conjunto de reglas difusas, este apoyará para obtener un resultado tomando en cuenta a los jugadores, las habilidades de estos, el estadio, así como los factores que intervienen en el encuentro. Este proceso se puede observar en la figura A.12.

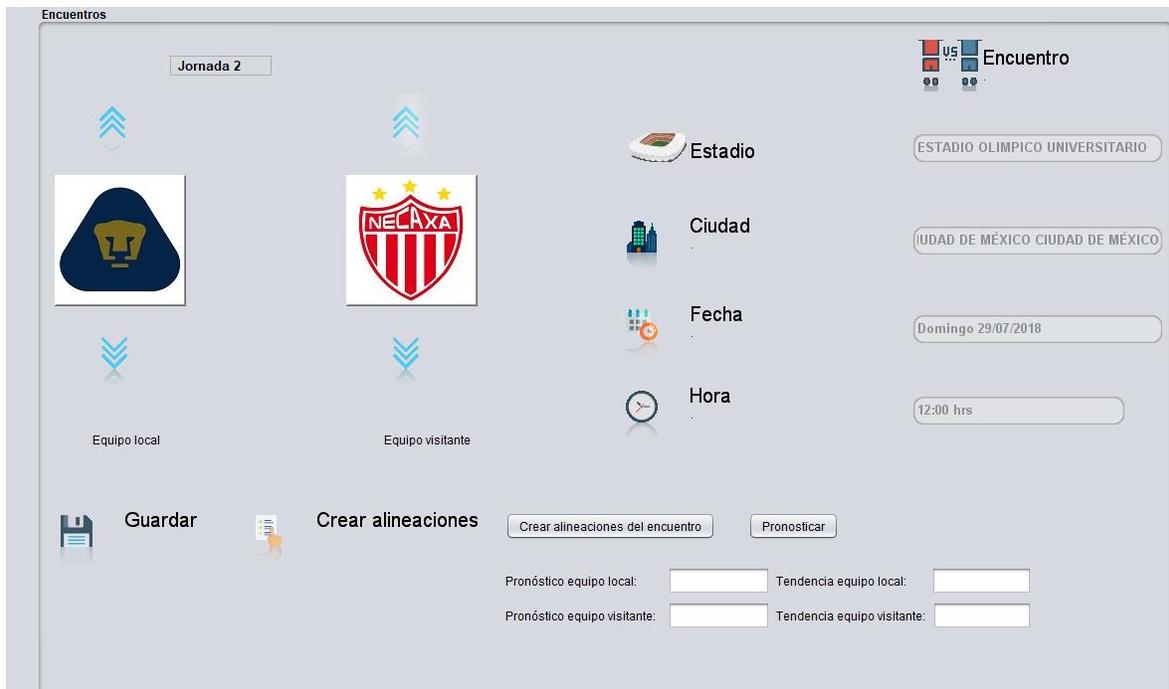


Figura A.11 Selección de equipos para creación de pronóstico

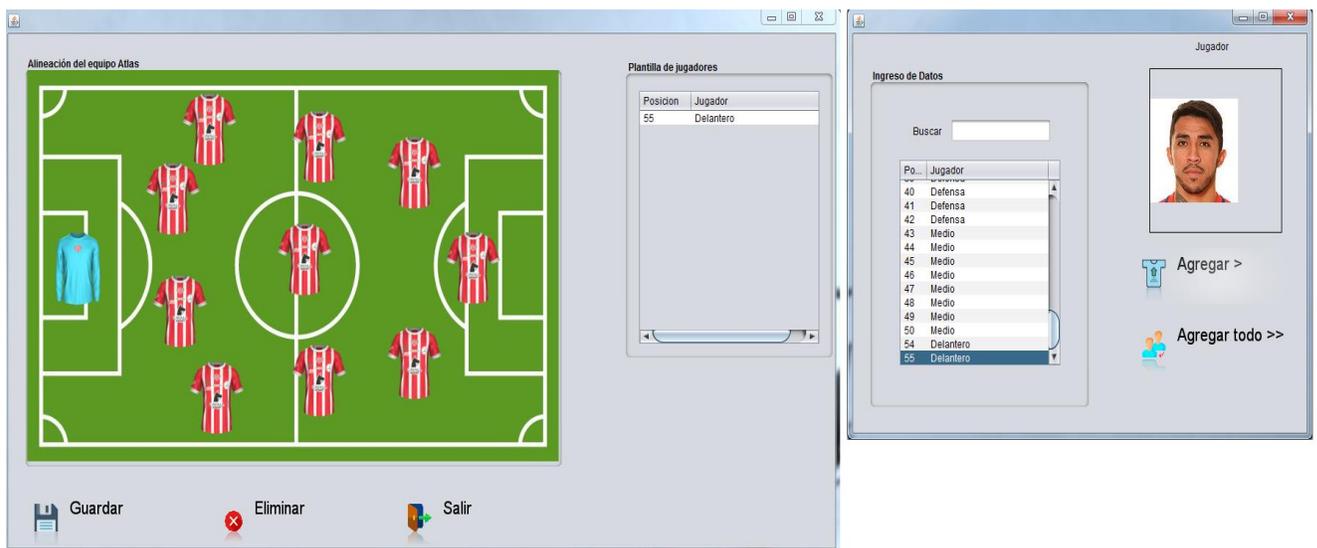


Figura A.12 Selección de jugadores para creación de una alineación

A.11 Menú invitado

En el apartado A.2, el sistema muestra la opción de poder elegir el menú de administrador o de invitado. Si se elige la segunda opción, se abrirá el menú principal de éste, el cual permite al usuario visualizar los datos de los jugadores, equipos, estadísticas y encuentros, pero no le permite modificar algún dato. Este menú se observa en la figura A.13. El usuario tiene la opción de crear alineaciones

y poder generar pronósticos, donde el proceso es similar al encontrado en las figuras A.11 y A.12.

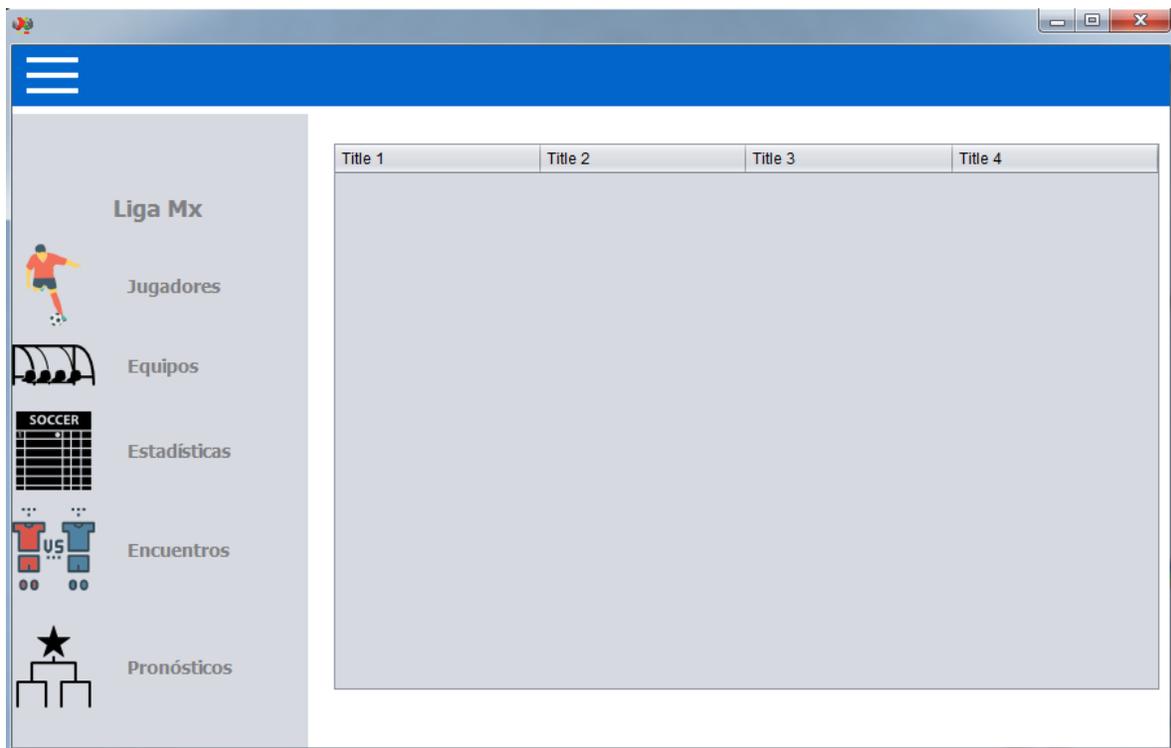


Figura A.13 Menú invitado

Referencias

- A. Rebelo: J, B. (2013). Anthropometric Characteristics, Physical Fitness and Technical Performance of Under-19 Soccer Players by Competitive Level and field position. *International Journal of Sports Medicine*, 1-15.
- Abreu, P., & Faria, M. (2015). Knowledge Representation in Soccer Domain: An Ontology Development. *Research Gate*, 1-12.
- ACOSTA, H. N. (2006). *Diseño de controladores dedicados a la lógica difusa*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Alcántara, A. H. (2007). *Control difuso vs Control PID: Análisis y simulación numérica*. Pachuca de Soto, Hidalgo. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Alonso, E. T. (2007). *Monitorización de la interacción frágil-dúctil de la litosfera y su relación con grandes terremotos*. Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Álvarez Morales, V., & Chacón Araya, Y. (2016). La distancia total recorrida durante los partidos predice el rendimiento en la copa mundial de la Fifa Brasil 2014. *Revista digital de educación física*(39), 123-131. doi:ISSN 1989-8304
- Alvarez, L. D. (2014). *DISEÑO DEL CONTROL DE UN INVERNADERO UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA*. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Angulo, E. S. (2012). *MODELO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DETERMINACIÓN DE RIESGO DE DESERCIÓN EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS* . Santiago de Chile: fcfm.
- Arango, A., Velásquez, J., & Franco, C. (2013). TÉCNICAS DE LÓGICA DIFUSA EN LA PREDICCIÓN DE ÍNDICES DE MERCADOS DE VALORES: UNA REVISIÓN DE LITERATURA. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 25-38.
- Arce, R. d. (2005). *Modelos Arima*. Madrid, España: U.D.I. Econometría e Informática .
- Avila, C. B. (2012). Composición Corporal y Somatotipo en Fútbol Femenino. Campeonato Sudamericano Sub-17. *Int. J. MorphoL*, 450-460.
- Ayala, M., & Benítez, S. (2005). *Sistema experto: Elección de jugadores de fútbol a partir de unas determinadas características seleccionadas*.
- Barbieri, P. C., & Annocaró, D. M. (2008). *Fútbol, negocios y derecho: juego, deporte, economía*. Barbieri, P. C., & Annocaró, D. M. (2008). *Fútbol, negocios y derecho. Juego—deporte—economía. Tomo I. Organización institucional. Clubes de fútbol. Empresarios y representantes. Imagen. Las mujeres en*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Universidad.
- Benavides, F., Armagno, G., & Rostagnol, C. (2006). *Proyecto FIBRA :Informe final*. Uruguay: Universidad de la República (Uruguay).
- Berry, M. &. (2004). *Data mining Techniques*. Canada: Wiley Computer Publishing .

- Blanco, M. P. (2012). *Nuevos Modelos de Predicción Eólica Basados en Series Temporales*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- Brüggemann, D. (2004). *Fútbol. Entrenamiento para niños y jóvenes*. Editorial Paidotribo.
- Calderón, P. S. (2017). *Predicción de resultados deportivos con técnicas de Machine Learning aplicado al fútbol*. Madrid, España: Carlos III de Madrid.
- Calvo, B. A., Corral, J. d., & Aragoneeses, J. L. (2013). *Proyecto de Sistemas Informáticos. Sistema de Recomendación de Actividades Turísticas: Madrid Live*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Camacho, L. B., del Corral Cuervo, J., & González, C. G. (2017). ¿ Los horarios poco habituales disminuyen la asistencia en el deporte? El caso de La Liga. *Journal of Sports Economics & Management*(7), 41-57.
- Cárdenas, J. A. (2008). *El futbol nos une: socialización, ritual e identidad en torno al futbol*. Universidad del Mar, Campus Huatulco.
- Carrión, F., & Rodríguez, M. J. (2014). *Luchas urbanas alrededor del fútbol*. Ecuador: 5ta avenida editores.
- Castañeda, M. E. (2014). *MÉTODO QUETZAL: SISTEMA PROBABILÍSTICO DE APUESTAS DEPORTIVAS CON AVERSIÓN AL RIESGO*. Distrito Federal, México: Univesidad Nacional Autónoma de México.
- Cea, B. S. (2016). *Métodos Cuantitativos para la Generación de Rankings de Selecciones de Fútbol y su Aplicación a la Confección de Grupos Balanceados en la Copa del Mundo*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Cela, F. A. (2014). *Predicción de resultados de eventos deportivos: Fútbol*. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid.
- Cingolani, P. (2013). *jFuzzyLogic: a java library to design fuzzy logic controllers according to the standard for fuzzy control programming*. *International Journal of Computational Intelligence Systems*.
- Cooper, G. F., & Herskovits, E. (1992). A bayesian method for the induction of probabilistic networks from data. *Machine learning*, *9*(4), 309-347.
- De Arce, R., & Mahía, R. (2001). *Modelos Arima*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Deporte, R. d. (2008). *Revista de Psicología del Deporte*. Cuernavaca, Morelos. México: Cenidet.
- Díaz, D. V. (2000). *Diseño de un controlador basado en lógica difusa para la regulación de flujo neutrónico*. Metepec, México: Instituto tecnológico de Toluca.
- Domínguez, L. M. (2007). Características Antropométricas y Funcionales de las jugadoras de Fútbol Soccer del Centro de Formación Femenil del Club Pachuca, en la temporada 2007. 15-28.
- Duarte, O. (2000). Aplicaciones de la lógica difusa. *Revista Ingeniería e Investigación*, 5-12.

- Durán, V. M. (2014). *LÓGICA BORROSA*. Madrid, España: Universidad Carlos III.
- Fédération Internationale de Football Association. (11 de 01 de 2018). *FIFA-FIFA.com*. Obtenido de <https://es.fifa.com>
- Fifa. (10 de diciembre de 2018). *Habilidades jugadores FIFA*. Recuperado el 10 de 12 de 2018, de <http://www.fifaindex.com>
- Fudenberg, D., & Tirole, J. (1996). *Game Theory*. Cambridge, United States of América: The MIT Press.
- Gammerman, D. (2003). *Predicción de partidos de futbol usando modelos dinámicos*. México: Departamento Académico de Estadística. Universidad Federal de Rio de Janeiro.
- García, G. G. (2011). *METODOLOGÍA PARA CALCULAR EL PRONÓSTICO DE VENTAS Y UNA MEDICIÓN DE SU PRECISIÓN EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA: CASO DE ESTUDIO*. Distrito Federal, México: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS .
- García, J. C., Trujillo, L. E., & Tabares, C. C. (2006). Implementación de Lógica Difusa para realizar Pruebas de Hipótesis Estadísticas Univariadas. *Ciencia, Investigación académica desarrollo*, 51-61.
- García, J. L. (2005). Predicciones bayesianas de probabilidad en modelos lineales. *Estadística Española*, 75-100.
- García, J., Pérez, L., & Rodríguez, P. (2016). *Forecasting football match results: Are the many smarter than the few?* Cataluña, España: Universitat Pompeu Fabra .
- Gásquez, R., & Royuela, V. (2016). The determinants of international football success: A panel data analysis of the Elo rating. *Social Science Quarterly*, 97(2), 125-141.
- Girón, M. J. (2016). *Modelo formal y simulacion computacional de estrategias en el futbol (Tesis de Maestría)*. México, Distrito Federal: Instituto Politecnico Nacional .
- Gómez Bayona, C. A. (2013). *Modelo de predicción de resultados en el fútbol profesional Colombiano (Tesis de doctorado)*. Chía, Colombia: Universidad de la Sabana.
- Gómez, E. (2010). Modelo para el ajuste de pronósticos agregados utilizando lógica difusa . *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 289-302.
- Gómez, H. (2006). *Análisis de los algoritmos C4. 5, RIPPER y PART mediante la generación de juegos de reglas sin optimización global y elementos de delegación*. Universidad Técnica Particular de Loja. doi:PUB-UPSI-009.
- Groussard, T. (2014). *JAVA 8: Los fundamentos del lenguaje Java (con ejercicios prácticos corregidos)*. Ediciones Eni.
- Gutierrez, C. R. (2005). CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS Y FISIOLÓGICAS DE JUGADORES DE FÚTBOL DE LA SELECCIÓN MEXICANA. *Archivos de medicina del deporte*, 33-37.

- HalicioĀlu, F. (2005). CAN WE PREDICT THE OUTCOME OF THE INTERNATIONAL FOOTBALL TOURNAMENTS? : THE CASE OF EURO 2000. *Dogus Üiversitesi Dergisi*, 6(1), 112-122.
- Hayward, G. &. (2003). Fuzzy logic applications. *Analyst*, 128(11), 1304-1306.
- Herrera, C. (1994). Paradigmas cuantitativos y cualitativos y metodología de la investigación. En G. P. Serrano, *“Investigación cualitativa: Retos e Interrogantes*. Madrid, España: Muralla.
- Hijmans, A. (2016). Dutch football prediction using machine learning classifiers. 25-49.
- Hladek, D. (2007). *Multi-Agent Fuzzy Control of the Robotic Soccer* . Slovakia: Poprad.
- Jiménez, L. A. (2008). *Modelos avanzados para la predicción a corto plazo de la producción eléctrica en parques eólicos*. Logroño, España: Universidad de la Rioja.
- Jiménez, L. A. (2009). *Modelo de Redes Neuronales para la Predicción de la Variación del Valor de la Acción de First Solar* . Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Klir, G., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic*. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Lázaro, R. S., Bernal, J. G., & Olmos, M. F. (2014). Asistencia a estadios de fútbol en las cinco grandes ligas europeas: incertidumbre en el resultado y atractivo de los equipos. En M. A. al., *El deporte: dinamizador económico* (págs. 169-172). Zaragoza, España: Copy Center Digital.
- Llorens, J. (2011). *La lealtad de los aficionados al futbol. Una explicación en base al valor percibido de marca de su equipo y su nivel de implicación (Tesis de doctorado)*. Castellón de la Plana, España: Universitat Jaume.
- López, B., Montaner, M., & De la Rosa, J. (2005). *Utilización de un Simulador de Fútbol como Plataforma de Prácticas de Inteligencia Artificial*.
- López, J. (2009). MySQL Workbench, la mejor herramienta de modelado de bases de datos. *Todo Linux: la revista mensual para entusiastas de GNU/Linux*, 9(106), 58-61.
- Lucas, T., & Torralba, L. (1995). Origen y evolución del deporte mundial: el futbol. *Nueva Era*, 38-60.
- Luna, G. M. (2002). *Introducción a la lógica difusa*. Distrito Federal, México: Instituto Politécnico Nacional.
- Marrero, G. &. (2007). Las motivaciones de los árbitros de fútbol. *Revista de Psicología del Deporte*, 11(1), 69-82.
- Martínez, M. M. (2013). *Sistema Inteligente Para Pronósticos de Partidos de Fútbol de la Liga Española Basado en Redes Neuronales Artificiales (Tesis de Maestría)*. Lima, Perú: Facultad de Ingeniería.
- Mendel, J. M. (2001). *Uncertain rule-based fuzzy logic system: introduction and new direction*. Springer.

- Meneses, M. R. (2013). *Sistema Inteligente para pronósticos de partidos de fútbol de la liga española basado en redes neuronales artificiales*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Mocholí Arce, M., & Sala Garrido, R. (2008). La incertidumbre de los resultados en las ligas española, inglesa e italiana (2008/09) mediante el rating ELO. *XVII Jornadas ASEPUMA – V Encuentro Internacional*, 1, págs. 1-27. Valencia, España.
- Montaño Moreno, J. J. (2002). *Redes Neuronales Artificiales aplicadas al Análisis de Datos (Tesis de doctorado)*. PALMA DE MALLORCA, España: Universitat de les Illes Balears.
- Montero, J., & Celis, D. (2014). *El fútbol Mexicano como instrumento de poder económico y político*. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.
- Monzonís, J. L. (2011). *La lealtad de los aficionados al fútbol. Una explicación en base al valor de marca de su equipo y su nivel de implicación*. Castellón: Universitat Jaume.
- Morcillo, C. G. (2008). *Lógica Difusa. Una introducción práctica*. Castilla, España: Universidad de Castilla- La Mancha.
- Mx, L. B. (s.f.). *Liga BBVA Bancomer Mx*. Recuperado el 11 de 01 de 2018, de Liga BBVA Bancomer Mx: www.ligabancomer.mx
- Nelson, A. (2015). *Predicción de resultados de fútbol por medio de fórmulas matemáticas*. México.
- Orozco, S. C. (2012). *MODELO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DETERMINACIÓN DE RIESGO DE DESERCIÓN EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS*. Lleida: Universitat de Lleida.
- Ortiz Brizuela, M. A. (2013). Chivas y Tuzos: Íconos de México: identidades colectivas y capitalismo de compadres en el futbol nacional. *Revista de El Colegio de San Luis*, 3(5), 340-347.
- Ortiz Espinoza, M., & Torres Intriago, M. (2014). *Creación de un sistema experto probabilístico para simular los resultados de la competencia de equipos de fútbol de la categoría A del campeonato ecuatoriano por medio de motores de inferencias (Tesis de licenciatura)*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Papic, E. A. (2004). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE QUIEBRA Y LA PROBABILIDAD DE BANCARROTA*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Passino, K. (2008). *Fuzzy Control Lenguaje*.
- Peña, D. (2008). *Análisis de series temporales*. Alianza, Editorial.
- Peñas, C. L. (2005). Ganar o perder en el fútbol de alto nivel:¿ Una cuestión de suerte? *European Journal of Human Movement*(14), 135-150.
- Pérez Sánchez, J., Martínez González, P., & Juárez García, J. (2016). *Lógica Difusa*. Guadalajara, México: Pearson.
- Pérez, R. (2014). *Paradigmas cuantitativo y cualitativo y metodología de la investigación*. Lima, Perú.

- Pons, V., & Riera, J. (2015). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *apunts*, 65-72.
- Prats, Q. J. (2011). *La estadística en las casas de apuestas: Modelos y simulaciones en el caso del fútbol (Tesis de Licenciatura)*. Barcelona, España.
- Progol. (2018). *Pronósticos Progol*. Obtenido de <https://www.pronosticos.gob.mx/>
- Quisbert, Q. D. (2015). *Sistema experto en base a lógica difusa para la iniciación deportiva de niños en etapa de crecimiento*. Tesis de grado.
- Ramírez, C., & Zapata, H. (2012). Minería de Datos Basada en Lógica Difusa Para la Interpretación de Consultas Vagas Dependientes del Contexto Lingüístico. *Dyna*, 79(173), 75-84.
- Ramírez, G. H. (2001). *Simulación estocástica para predicción en los deportes*. Colima, México: Universidad de Colima.
- Ramírez, R. (2014). *Lógica difusa*. Puebla, México: Universidad de las Américas.
- Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-e-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Bangsbo, J., & Seabra, A. (2013). Anthropometric Characteristics, Physical Fitness and Technical Performance of Under- 19 Soccer Players by Competitive Level and Field Position. *International Journal of Sports Medicine*.
- Rincón, L. (2011). *Introducción a los procesos estocásticos*. Distrito Federal, México: Facultad de ciencias UNAM.
- Rincón, L. (2011). *Introducción a los procesos estocásticos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Robles, Y., & Sotolongo, A. (2013). *Integración de los algoritmos de minería de datos 1R, PRISM e ID3 a PostgreSQL*.
- Rodríguez, F. O. (2004). *Modelado y control PD-difuso en tiempo real para el sistema barra-esfera*. Distrito Federal, México: Instituto Politécnico Nacional .
- Rodríguez, G. M. (2002). LAS MOTIVACIONES DE LOS ÁRBITROS DE FÚTBOL. *Revista de Psicología del Deporte*, 69-82.
- Romero, M. (2000). *Revista de Metalurgia*, 40-46.
- Romero, M. Á., & Jiménez, J. (2000). Predicción y simulación, mediante lógica difusa, de la temperatura de salida del arrabio en un horno alto. *Revista de metalurgia*, 40-46.
- Romero, M., Jiménez, J., Mochón, J., Menéndez, J., Formoso, A., & Bueno, F. (2000). Predicción y simulación, mediante lógica difusa, de la temperatura de salida. *Revista de Metalurgia*, 40-46.
- Ruíz, V. S. (2007). *Lógica difusa aplicada a conjuntos imbalanceados: Aplicación a la detección del síndrome de down*. Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona.

- Ruperto, P. F. (2010). *Teoría y práctica de la bolsa: Todo lo que debes saber sobre los mercados financieros*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Salas, F. G. (2005). *Sistemas difusos jerárquicos para modelado y control*. Distrito Federal, México: Instituto Politécnico Nacional.
- Salazar, V. L. (2014). *Método Quetzal: Sistema Probabilístico de apuestas deportivas con aversión al riesgo (Tesis de licenciatura)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salgado, S. D. (2006). *Análisis de Regresión Difusa: Nuevos Enfoques y Aplicaciones*. Granada: DECSAI.
- Sánchez, T. d. (2005). *Lógica Difusa*. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid.
- Sanz, J. M. (2011). El somatotipo-morfología en los deportistas. ¿Cómo se calcula? ¿Cuáles son las referencias internacionales para comparar con nuestros deportistas? *Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 22-38.
- Sedeño Castaños, D. (2018). *Análisis estadístico de diferentes estrategias de apuestas: Aplicación a datos de fútbol (Tesis de licenciatura)*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Sosa, R. (2006). VALORACIÓN DEL SOMATOTIPO Y PROPORCIONALIDAD DE FUTBOLISTAS UNIVERSITARIOS MEXICANOS RESPECTO A FUTBOLISTAS PROFESIONALES. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte*, 16-28.
- Soto, J. A. (1999). *Lógica difusa aplicada a las telecomunicaciones de datos*. San Nicolás de los Garza, Nuevo León. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Sumpter, D. (2016). *Fútbol y matemáticas*. España: Ariel.
- Tarela, A. E. (2012). *Un Nuevo enfoque de los precursores sísmicos: monitorización de la interacción frágil-dúctil de la litosfera y su relación con grandes terremotos (Tesis de doctorado)*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Thomas, P., & Stonier, R. (2005). Fuzzy control in robot-soccer, evolutionary learning in the first layer of control. *SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS*, 1-15.
- Torres Dávila, C. G., & García Cebrián, L. I. (2012). Eficiencia y resultados deportivos: aplicación a la liga mexicana de fútbol. *Movimiento humano*(3), 61-76.
- Valera, G. F. (2013). *Sistema de predicción de resultados en eventos deportivos y su aplicación en las apuestas*. Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid.
- Vera, Y., & Chávez, C. (2014). Características morfológicas y somatotipo en futbolistas no profesionales, según posición en el terreno de juego. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 13-20.
- Vicente, M. I. (2011). Lógica Borrosa. *Tamara Benito Matías*, 42-58.
- WEKA, 3. (s.f.). *Data Mining software in java*. Recuperado el 30 de octubre de 2018, de <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

Yee, A. (2010). *Elección de estrategias ganadoras aplicando el equilibrio de*. México: Instituto Politécnico Nacional.