

**GENERACION DEL FIXTURE DEL FÚTBOL PROFESIONAL COLOMBIANO
POR MEDIO DE UN MODELO DE PROGRAMACIÓN ENTERA MIXTA**

ESTUDIANTES

DAVID MATEO CONTRERAS MARTINEZ

JUAN MANUEL MARTINEZ REYES

SANTIAGO NEIRA MENDIETA

JUAN SEBASTIAN PALOMINO MERCHÁN

PROFESOR

ANGELICA SARMIENTO LEPESQUEUR

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

2021

Contenido

- 1. INTRODUCCIÓN. 3
- 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA. 4
- 3. CONSTRUCCIÓN DE MODELO BASE. 6
- 4. ANÁLISIS MODELO BASE. 10
- 5. RECONTRUCCION MODELO BALANCEADO PARA TODOS LOS EQUIPOS. 13
 - 5.1. Clasificación equipos y partidos. 13
 - 5.2. Formulación adicional. 16
- 6. ANÁLISIS MODELO. 18
- 7. CONCLUSIONES. 22
- 8. ANEXOS. 23
 - 8.1. Índices. 23
 - 8.1.1. Índices de equipos. 23
 - 8.1.2. Índices de fechas. 23
 - 8.2. Matrices de cubrimiento modelo base. 24
 - 8.2.1. Matriz de clásicos. 24
 - 8.2.2. Matriz de estadio equipo. 24
 - 8.2.3. Matriz de distancias. 25
 - 8.3. Calendario completo modelo base. 26
 - 8.4. Criterio de decisión. 27
 - 8.4.1. Clasificación de equipos. 27
 - 8.5. Matrices de cubrimiento modelo balanceado. 28
 - 8.5.1. Matriz de categoría equipo. 28
 - 8.5.1. Matriz categoría partido. 28
 - 8.6. Calendario completo modelo balanceado. 29
- 9. REFERENCIAS. 30

1. INTRODUCCIÓN.

Las grandes ligas del fútbol europeo como la liga Alemania (Bundesliga), liga inglesa (premier league), la liga italiana (serie A), entre otras y algunas ligas de Suramérica como la liga chilena y argentina. realizan sus calendarios mediante unos modelos matemáticos los cuales tienen en cuenta la cantidad de los equipos, la localidad de los equipos, fechas importantes del país, entre otras restricciones. En la actualidad el calendario del fútbol profesional colombiano se realiza mediante un modelo complicado que prioriza los aspectos televisivos para su realización, lo que afecta la equidad de condiciones para los equipos participantes. Este torneo cuenta con una fase regular donde los veinte equipos se enfrentan en veinte fechas (19 de todos contra todos y 1 fecha de clásicos). En este documento se realizará un modelo de programación entera mixta con el objetivo de minimizar la distancia recorrida por los veinte equipos participantes, mientras se garantizan condiciones de equidad y espectáculo. Para poder lograr esto se clasificaron los equipos en tres categorías A, B y C y las condiciones que se tuvieron en cuenta para tener equidad y espectáculo fueron las siguientes. La primera es que en cada fecha por lo menos se tenga un partido clase A, la segunda es que un equipo de clase b o c no pueda tener más de tres partidos seguidos con un equipo clase A y por último la última fecha del campeonato los equipos tipo A no se enfrenten con equipos tipo C para que no perjudique el tema del descenso. Este artículo está estructurado de la siguiente manera: Revisión de la literatura en esta parte se mira los trabajos anteriores acerca de este tema, Modelo base se presenta las condiciones del modelo actual de la liga colombiana, análisis del modelo base como su nombre lo dice se analizan los resultados de la liga actual, modelo balanceado para todos los equipos se agregan nuevas restricciones las cuales buscan garantizar la equidad y el espectáculo del fútbol colombiano, análisis modelo, se hace una comparación con los datos del modelo base y se analiza que las restricciones que se agregaron se cumplan y por último las conclusiones del trabajo.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

Los calendarios de enfrentamientos en eventos deportivos, como fútbol, basketball, ajedrez, hockey, béisbol, cricket, entre otros, suponen un gran reto para las instituciones organizadoras, debido a la gran cantidad de demandas de las partes interesadas en dichos eventos.

Los calendarios de diferentes eventos deportivos son solucionados por diferentes métodos según el conocimiento de los organizadores, las especificaciones del tipo de torneo y el objetivo principal de dicho calendario (Ribeiro, 2012), los tipos de torneo más comunes son Single Round Robin Tournament, todos los equipos se enfrentan una única vez, y Double Round Robin Tournament, todos los equipos se enfrentan dos veces, una de local y la otra de visitante. Dentro de los objetivos más nombrados e interesantes son minimización de distancia total recorrida, tiempo entre partido y partido, número consecutivo de partidos jugados como local/visitante y rating, estos objetivos son abordados por diferentes métodos como los son TTP (Traveling Tournament Problem), Programación entera mixta, y combinación con heurísticas diferentes.

Según el gusto de los aficionados colombianos, esta revisión de literatura se basa principalmente en los artículos enfocados a la programación de calendarios de fútbol, en los cuales se han venido presentando inconformidades de diferentes partes involucradas, como los aficionados, los equipos participantes, y las cadenas de televisión.

Los métodos consultados en dichos artículos son aquellos implementados para solucionar los calendarios de los diferentes torneos de fútbol por programación entera mixta con algunas variantes, según las necesidades de estos, además se mencionarán en los cuales el problema se aborda como un TTP (Traveling Tournament Problem), problema que ha venido en crecimiento por las exigencias de equidad entre los enfrentamientos de los equipos (Ribeiro, 2012).

Dentro de la programación entera mixta lo que principalmente se busca es satisfacer las demandas de los involucrados y representar las normativas del torneo que se quiera programar, esto es conocido comúnmente como restricciones, donde las más comunes son el número máximo de partidos de local y visitante que los equipos pueden jugar de manera consecutiva, los equipos que son de la misma ciudad no pueden ser locales en la misma fecha, la localidad con la que inicia el equipo el torneo debe ser igual al de la última fecha del mismo (D. Goossens & Spieksma, 2009) en su primera parte, los diferentes torneos varían según sus métodos de tipo de juego, Single Round Robin Tournament, todos los equipos se enfrentan una única vez, y Double Round Robin Tournament donde los equipos se enfrentan dos veces una de local y una de visitante. Los diferentes métodos de programación de calendario varían comúnmente en sus objetivos que pueden ser minimizar distancia recorrida, (Birge, 2004), se buscan la minimización de distancias de 5 equipos de la MLS, con fines educativos de la herramienta Solver de Excel; (G. Kendall, 2008), se realiza un calendario para los días de navidad y año nuevo con el fin de que los aficionados ingleses y los equipos recorran la menor distancia y vuelvan temprano a casa; (Bulck et al., 2020), se buscan minimizar la distancia que recorren los equipos, dado que aquellos que juegan torneos internacionales deben tener mayor recuperación en casa; (Durán et al., 2007), tiene el mismo objetivo, pero se realiza una distribución por zonas del territorio chileno agrupando así a los equipos que pertenezcan a esas zonas, se logran la minimización de las distancias y además una disminución en los costos en las cadenas de televisión y las ganancias.

Por otro lado, ese objetivo de minimizar distancias es abordado con diferentes heurísticas que hacen que la solución de los problemas sea más sencilla y rápida, (Van Bulck et al., 2019), donde se integra la meta-heurística búsqueda tabú, se genera el arreglo de localidad de todos equipos durante el torneo, y por medio de la meta-heurística se selecciona el equipo visitante que tiene que recorrer la menor distancia para el enfrentamiento; (Graham Kendall et al., 2010), se hace uso de la heurística Recocido simulado, partiendo de una solución con programación entera mixta del calendario se minimiza la distancia recorrida de los equipos ingleses en la navidad y año nuevo, y además se integra el objetivo de minimizar los enfrentamientos de equipos de la misma ciudad por medio de resultados estadísticos.

Además, se buscan diferentes objetivos integrados entre sí, dentro estos se hace énfasis en minimizar el Carry Over Effect (minimizar el desgaste, físico y mental, que genera el calendario en cuanto a los enfrentamientos de los equipos), comúnmente se realiza teniendo en cuenta inicialmente un HAP (Home Away Pattern) y a partir de este se asignan los equipos de forma que se minimice el Carry Over Effect, en los enfrentamientos de cada equipo (Panton & Kylie, 2002), adicionalmente disminuyendo el número de breaks (Dos o más partidos consecutivos de local o de visitante) en el torneo (Günneç & Demir, 2019), (D. R. Goossens & Spieksma, 2012).

Cuando existen demasiadas restricciones y una gran cantidad de equipos participantes, estos problemas se convierten en NP-Hard (Schreuder, 1992), en la literatura dividen en subtemas estos problemas para relajar el problema y llegar a una solución en menor tiempo. En donde la primera fase de solución se realiza una ramificación y corte de las soluciones factibles del problema y en la segunda fase, a partir de dichas soluciones se busca el calendario óptimo que cumpla con todas las restricciones (Noronha et al., 2006). Finalmente estos problemas se pueden abordar como un TTP (Traveling Tournament Problem), donde el análisis principal se centra en determinar el número de partidos que se pueden jugar de local y de visitante, donde se tiene un máximo para dichos partidos (Westphal & Noparlik, 2014), donde se presenta una aproximación para un TTP con un K (número máximo de partidos en casa o visitante consecutivos) mayor a 3.

En este artículo se propone la generación del calendario para la liga de primera división del fútbol colombiano por medio de programación entera mixta, teniendo como base la lista de equipos y los requerimientos del torneo 2020 – 1, donde se tiene como principal objetivo minimizar la distancia total recorrida por los equipos, además, se presenta un análisis de las condiciones de equidad del torneo a partir de las cuales se presenta un modelo ideal para el mismo.

3. CONSTRUCCIÓN DE MODELO BASE.

La liga de fútbol profesional colombiano realizada por la DIMAYOR durante los dos semestres del año bajo el nombre de la **LIGA BETPLAY DIMAYOR – APERTURA** y **LIGA BETPLAY DIMAYOR – CLAUSURA**, cuenta con la participación de 20 equipos de primera categoría que se enfrentan entre sí en 20 fechas de todos contra todos, de las cuales, se cuenta con una fecha especial para los partidos clásicos, que hacen referencia a los enfrentamientos entre los equipos representativos de la misma ciudad. En la actualidad, la generación del calendario de este torneo se realiza por medio de la técnica del polígono regular pivotante, más específicamente el nonadecágono donde se busca potenciar el interés televisivo y los partidos de interés. El calendario del fútbol profesional colombiano no tiene en cuenta los desplazamientos de los equipos por el territorio nacional, además, no brinda a los equipos condiciones de igualdad con respecto a los enfrentamientos fecha tras fecha, lo cual beneficia a ciertos equipos con respecto a los demás, durante el desarrollo del torneo. Luego de una revisión en las ligas de otros países latinoamericanos como es el caso de la Liga Argentina y Chilena, los cuales generan su calendario utilizando programación entera mixta, cada uno con sus condiciones particulares teniendo en cuenta su normativa y reglamentación local, adicionalmente, este sistema se aplica en las ligas más sobresalientes del mundo como son la Bundesliga y la Liga Premier, este sistema busca generar un calendario según las demandas de diferentes sectores involucrados como lo son, los aficionados, los equipos, las productoras de TV y los organizadores del torneo, con el fin de satisfacer estas demandas, generando así un calendario que guste y satisfaga todos estos sectores, teniendo en cuenta lo anterior, se considera adecuado realizar la programación del futbol colombiano por medio de un modelo similar a dichas ligas.

Dado el nivel de competitividad del fútbol colombiano se presenta la necesidad de realizar una programación del calendario de forma más equitativa para todos los equipos, garantizando igualdad en las condiciones con el fin de hacer más atractiva la competencia, teniendo en cuenta la normativa de la Federación Colombiana de Fútbol y la DIMAYOR para la realización de éste. A continuación, se presenta el modelo base para la programación del calendario de la LIGA BETPLAY, donde se tienen en cuenta los lineamientos actuales por parte de la DIMAYOR.

El modelo base va enmarcado dentro de diferentes características que hacen que su estructura satisfaga la normativa del campeonato y el objetivo de los equipos de minimizar las distancias recorridas.

Este modelo debe tener diferentes índices bajo los cuales se regirá, dichos índices son: i , equipo que va a jugar de local (lista 20 equipos), v , equipo que va a jugar de visitante (alias de i), j , fecha en la que se enfrentarán los equipos (20 fechas). Los índices se encuentran en el anexo Índices. A partir de estos índices se definen las siguientes variables de decisión:

$X_{(i,v,j)} = 1$ Si el equipo i juega de local con el equipo v en la jornada j . 0 de lo contrario.

$Y_{(j)} = 1$ Si en la fecha j se juegan los partidos llamados clásicos. 0 de lo contrario.

$D_{(v)} = \text{Distancia que recorre el equipo } v.$

Además de estos índices y variables de decisión descritas, se recopila información importante que puede ser necesaria incluirla dentro del modelo, esta información se introduce por medio de matrices de cubrimiento, las cuales permiten sintetizar ciertas características de los equipos y del torneo, a continuación, se presentan algunos ejemplos. Las matrices de cubrimiento se pueden ver detalladamente en el anexo Matrices de cubrimiento modelo base.

$CLÁSICO_{(i,v)}$: 1 si el enfrentamiento del equipo i contra el equipo v , es considerado un clásico dentro del torneo.

$ESTADIO_EQUIPO_{(i,v)}$: 1 si el equipo i y el equipo v , juegan en la misma ciudad o comparten el mismo estadio.

$DISTANCIAS(v, i)$: distancias que recorre el equipo v para enfrentarse con el equipo i . 1 si el enfrentamiento del equipo i contra el equipo v , es considerado un clásico dentro del torneo.

Según la normativa de juego presentado por la Dimayor donde se menciona que debe ser un sistema de todos contra todos, una de las características base y necesarias para el sistema de juego, es que se juega una sola vez cada fecha, donde en la (R 1), para cada fecha y para cada equipo únicamente tiene un enfrentamiento contra un equipo visitante o local, además se debe garantizar que los equipos no se deben enfrentar contra el mismo en todo el torneo como dice (R 2), por otro lado, se debe garantizar que los equipos solo se deben enfrentar una sola vez, excepto los que forman los denominados clásicos, en el torneo colombiano, los partidos denominados clásicos se dan dos veces en el torneo, en (R 3), para cada equipo i de local que se enfrente con un equipo v de visitante, que sean diferentes, y que no pertenezcan a la matriz de cubrimiento $CLASICO(i, v)$, solo se enfrentan una vez en el torneo, teniendo en cuenta que puede ser el equipo i local ó i de visitante.

$\forall_{(j,i)} \sum_{v \in ((i \neq v))} X_{(i,v,j)} + X_{(v,i,j)} = 1$	R 1
$\forall_{i,v \in (i=v)} \sum_j (X_{i,v,j}) = 0$	R 2
$\forall_{(i,v) \in (i \neq v \ \& \ CLASICO(i,v)=0)} \sum_j (X_{(i,v,j)} + X_{(v,i,j)}) = 1$	R 3

Dado que el sistema va a definir que equipos serán locales y visitantes en cada fecha, existen ciertas características limitantes asociadas a estas definiciones, una de ellas es que cada equipo de tiene un número máximo de partidos de local y visitante seguidos, en (R 4) se describe que para cada equipo v que juegue de visitante, se tiene en cuenta la fecha anterior y la fecha posterior, para que se garantice que solamente se juegan máximo 2 fechas de visitante seguidas, y en (R 5), para cada equipo i que juegue de local, se tiene en cuenta la fecha anterior y la fecha posterior, para que se

garantice que solamente se juegan máximo 2 fechas de local seguidas. Adicionalmente se tiene que si un equipo empieza de local éste debe terminar de local, y del mismo modo para visitante, como se menciona en (R 6), donde para equipo que inicie de local en la fecha 1 deberá terminar de local en la fecha 20, de igual manera, los equipos que inicien de visitante en la fecha 1 deberán terminar de visitante en la fecha 20, finalmente buscando la equidad entre los enfrentamientos de los equipos según su localidad, Cada equipo debe jugar 10 partidos de local y por ende 10 de visitante, como se describe en (R 7).

$\forall_{(v,i)E(i \neq v)} \sum_j (X_{(i,v,j-1)} + X_{(i,v,j)} + X_{(i,v,j+1)}) \leq 2$	R 4
$\forall_{(i,v)E(v \neq i)} \sum_j (X_{(i,v,j-1)} + X_{(i,v,j)} + X_{(i,v,j+1)}) \leq 2$	R 5
$\forall_i \sum_{v \neq i} (X_{i,v,1}) - (X_{i,v,20}) = 0$	R 6
$\forall_{(i)} \sum_{v \in (i \neq v)} \sum_j (X_{(i,v,j)}) = 10$	R 7

Los partidos más atractivos del torneo son los denominados clásicos, que se han denominado así por diferentes razones a lo largo del tiempo, en especial por ser de la misma ciudad, y son estos partidos los que más llaman la atención de los aficionados, y por esto que dentro del torneo existe una fecha especial de clásicos, donde se juegan todos estos partidos, en (R 8), Se definen los equipos locales como los 10 primeros del índice i y cada fecha para cada uno de estos equipos se buscará el equipo visitante correspondiente al clásico según la matriz $CLASICO(i,v)$, y el enfrentamiento se dará en esa fecha entre esos equipos, si y solo si se escoge esa fecha para los enfrentamientos de clásico de todos los equipos. Estos partidos de clásico siguen la condición de que deben ser de ida y de vuelta, de este modo se debe garantizar que los equipos se enfrenten una única vez de ida (R 9), donde para cada equipo local i y cada equipo visitante v que pertenezcan al enfrentamiento denominado clásico, según la matriz $CLASICO(i,v)$, sus enfrentamientos en las 20 fechas será una única vez, y una única vez de vuelta (R 10), donde para cada equipo i y cada equipo v que pertenezcan al enfrentamiento denominado clásico, según la matriz $CLASICO(i,v)$, sus enfrentamientos en las 20 fechas será una única vez., con la particularidad que en este caso el equipo v será el local y el equipo i será el visitante.

$\forall_{i>10,j} \sum_{v \in CLASICO(i,v)>0 \& (i \neq v)} X(i,v,j) = Y(j)$	R 8
$\forall_{i,v \in (CLASICO(i,v)=1)} \sum_j X(i,v,j) = 1$	R 9
$\forall_{i,v \in ((i \neq v) \& CLASICO(i,v)=1)} \sum_j X_{v,i,j} = 1$	R 10

Finalmente, en Colombia existen muchos equipos los cuales deben compartir el estadio para jugar de locales, por ejemplo, Millonarios e Independiente Santa Fe, son equipos que de locales juegan en la ciudad de Bogotá donde solo existe un estadio, el Nemesio Camacho el Campin, esto pasa con diferentes equipos, en diferentes ciudades, por esto se debe restringir estos casos, en (R 11), estos equipos que comparten estadio según la matriz de cubrimiento ESTADIO_EQUIPO(i,v) máximo puede jugar un partido de local.

$\forall_{i,v,j} \in ESTADIO_EQUIPO(i,v) > 0 \quad \sum_{(q \neq i) \& (q \neq v)} X(i,q,j) + X(v,q,j) \leq 1$	R 11
$\forall_{(v)} D_{(v)} = \sum_{i \in (i \neq v)} \sum_j X_{(i,v,j)} * DISTANCIAS(v,i)$	R 12

Con el fin de ver las distancias que recorre cada equipo, se realiza la restricción (R 12), en donde Para cada equipo visitante la distancia total hasta las ciudades donde se llevará a cabo el partido es igual a la suma de las distancias ida y vuelta a todas las ciudades de los equipos locales a los que se enfrentará.

4. ANÁLISIS MODELO BASE.

Teniendo en cuenta los resultados del modelo base que se muestran en la Tabla 1, se evidencia que las fechas del torneo generado no cuentan con una clasificación de partidos, lo cual genera ciertas fechas con poco nivel deportivo, bajo nivel en los aficionados y pocos cambios en el torneo ya que no son partidos definitivos. Se puede observar que la fecha once es la fecha destinada a clásicos donde se define la lista de equipo locales que se muestra en la Tabla 2, cabe recalcar que esta lista se definió a criterio del grupo de investigación. Al escoger estos equipos la fecha de clásico queda en la mitad del torneo con el fin de tener una liga interesante y tener un modelo similar a los torneos anteriores. Con esto se sigue garantizando la condición de la Dimayor en la cual los equipos juegan 10 partidos de local y 10 de visitante. El calendario completo se observa en el Anexo Calendario completo modelo base

Tabla 1. Distribución de partidos para las 4 primeras fechas y la fecha de clásicos

Fecha 1		Fecha 2	
Local	Visitante	Local	Visitante
Independiente Medellin	Atlético Nacional	America de Cali	Equidad
Boyacá Chicó	Alianza Petrolera	Junior	Deportivo Cali
Atlético Bucaramanga	Millonarios	Once Caldas	Deportivo Pereira
La Equidad	Patotas FC	Envigado	Medellin
Deportivo Cali	Once Caldas	Millonarios	Boyacá Chicó
Jaguares de Córdoba	Envigado FC	Atletico Bucaramanga	Independiente Santa fe
Deportivo Pereira	Deportes Tolima	Jaguares de Cordoba	Deportivo Pasto
Independiente Santa Fe	Atlético Junior	Atletico Nacional	Deportes Tolima
Cúcuta Deportivo	Águilas Doradas	Patriotas FC	Cúcuta Deportivo
Deportivo Pasto	América de Cali	Alianza Petrolera	Águilas Doradas
Fecha 3		Fecha 4	
Local	Visitante	Local	Visitante
América de Cali	Deportivo Cali	Atlético Junior	Once Caldas
Once Caldas	Boyacá Chicó	Independiente Medellin	Millonarios
Independiente Medellin	Atlético Bucaramanga	Boyacá Chicó	Jaguares de Córdoba
Envigado FC	Atlético Nacional	Deportes Tolima	Envigado FC
Deportes Tolima	Alianza Petrolera	La Equidad	Águilas Doradas
Millonarios	La Equidad	Deportivo Cali	Patotas FC
Deportivo Pereira	Independiente Santa Fe	Deportivo Pereira	Cúcuta Deportivo
Águilas Doradas	Jaguares de Córdoba	Alianza Petrolera	Atlético Nacional
Patotas FC	Deportivo Pasto	Independiente Santa Fe	América de Cali
Cúcuta Deportivo	Atlético Junior	Deportivo Pasto	Atlético Bucaramanga

Fecha de clásicos (fecha 11)	
Local	Visitante
Deportivo Cali	América de Cali
Jaguars de Córdoba	Atlético Junior
Deportivo Pereira	Once Caldas
Atlético Nacional	Independiente Medellín
Águilas Doradas	Envigado FC
Patotas FC	Boyacá Chicó
Alianza Petrolera	Deportes Tolima
Independiente Santa Fe	Millonarios
Cúcuta Deportivo	Atlético Bucaramanga
Deportivo Pasto	La Equidad

Tabla 2. Equipos locales Fecha 11.

Lista locales
Deportivo Cali
Jaguars de Córdoba
Deportivo Pereira
Atlético Nacional
Águilas Doradas
Patriotas FC
Alianza Petrolera
Independiente Santa Fe
Cúcuta Deportivo
Deportivo Pasto

En los resultados se evidencia que existen fechas de poco interés para los aficionados del fútbol profesional colombiano, ya que estas fechas solo cuentan con un partido “interesante” en términos competitivos y deportivos. Teniendo en cuenta lo anterior se considera necesario realizar una clasificación para los partidos considerando el nivel de los equipos que se van a enfrentar y de esta manera tener partidos que llamen la atención de los aficionados en cada una de las fechas.

Al hacer una revisión de los partidos a lo largo de las 20 fechas se logra evidenciar la falta de equidad al momento de enfrentarse con equipos de alta categoría, los cuales son considerados equipos históricos. Los equipos poco representativos o no históricos tienen un calendario con alto nivel de exigencia ya que tiene partidos consecutivos con equipos grandes o históricos. Como por ejemplo el caso de Equidad que se enfrenta de manera consecutiva con Cali, Nacional, Medellín, Santa fe y Tolima en las fechas 13, 14, 15, 16 y 17 respectivamente, equipos que son considerados de alto nivel competitivo.

Por otro lado, teniendo en cuenta el objetivo de minimizar distancias del modelo, se logra evidenciar que los equipos que más recorren distancia en el torneo son los equipos que se encuentran en los extremos del país o que el acceso a sus estadios son limitados ya que los equipos deben hacer escalas en otras ciudades e incluso deben terminar su viaje por vías terrestres.

Se evidencia que los equipos que menos distancia recorren son Millonarios, Santa fe y equidad respectivamente. Esto se debe a que Bogotá se encuentra en el centro del país y tiene vuelos directos a todas las ciudades por ende no tiene que hacer escalas y el recorrido es menor. Haciendo

una comparación entre Millonarios (el equipo que recorre menor distancia) y Junior (el equipo que recorre mayor distancia) se ve una diferencia porcentual del 299%. Lo cual hace evidente la inequidad de desplazamientos de los equipos colombianos.

Cabe resaltar que existen equipos de la misma ciudad como lo es Nacional y Medellín, donde Nacional recorre más distancia que Medellín y esto se debe a que los partidos de visitante son mucho más lejos. Por último, se observó que en su mayoría los equipos que más recorren distancia son equipos no representativos.

5. RECONSTRUCCION MODELO BALANCEADO PARA TODOS LOS EQUIPOS.

5.1. Clasificación equipos y partidos.

En la actualidad no se cuenta con un sistema estructurado para realizar la clasificación de los equipos que componen la primera división del fútbol profesional colombiano, por tal motivo, se realizó una clasificación de los 20 equipos en tres categorías.

Para realizar dicha clasificación se tomaron en cuenta criterios como la cantidad de títulos oficiales que tenga cada uno de los clubes, tanto nacionales (Primera y Segunda división) y torneos internacionales organizados por la CONMEBOL y/o la FIFA. El segundo criterio de clasificación es el rating televisivo promedio de los equipos durante el torneo del año 2019. El tercer criterio hace referencia a la asistencia de público promedio a los estadios durante los torneos del año 2019. El cuarto y último de criterio de selección es la cantidad promedio de puntos de reclasificación, es decir el acumulado de puntos durante los dos torneos de un año, que realizó cada equipo en los últimos 10 años, en caso de que el equipo se encontraba en la segunda división se considera que sumó 0 puntos de reclasificación en dicho año.

Teniendo en cuenta lo anterior, el grupo de investigación asignó un porcentaje a cada uno de los criterios de la siguiente manera:

- 30% títulos
- 15% Rating
- 30% Asistencia
- 25% Puntos de Reclasificación

La evaluación para determinar la categoría de todos los equipos se encuentra en el anexo Criterio de decisión.

A continuación, se describe el análisis de uno de los equipos pertenecientes a la Liga BetPlay Dimayor.

- **Títulos:** Deportes Tolima tiene en sus palmares 2 títulos de primera división, 1 copa Colombia y 1 título de segunda división. Teniendo en cuenta que el equipo con mayor cantidad de títulos actualmente tiene 29, se determina que los títulos de Deportes Tolima representan el 13,79% de dicho valor.
- **Rating:** Para el torneo del año 2019, Deportes Tolima tuvo un rating promedio de 1.39 puntos, teniendo en cuenta que el equipo con mayor rating promedio tiene un valor de 3.45 puntos, se determina que el rating promedio de Deportes Tolima representa el 40%
- **Asistencia:** Para el año 2019, Deportes Tolima tuvo un promedio de asistencia de 4750 aficionados en el estadio Manuel Murillo Toro. Teniendo en cuenta que el equipo con mayor asistencia promedio tiene un valor de 25731 aficionados, se determina que la asistencia promedio del Deportes Tolima representa el 18% de este valor.

- **Puntos de reclasificación:** En los últimos 10 años, Deportes Tolima tiene un promedio de 71 puntos en reclasificación. Teniendo en cuenta que el equipo con mayor cantidad de puntos promedio en reclasificación tiene un valor de 81 puntos, se determina que el puntaje de Deportes Tolima representa el 88% de dicho valor.
- **Calificación por ítem:** Una vez determinado el porcentaje que representa cada uno de los criterios de decisión con respecto al mayor valor, se aplica el criterio mostrado en la Tabla 3 para determinar la calificación final de cada ítem.

Tabla 3. Criterios de calificación

Calificación	Rango	
1	0%	10%
2	10%	20%
3	20%	30%
4	30%	40%
5	40%	50%
6	50%	60%
7	60%	70%
8	70%	80%
9	80%	90%
10	90%	100%

- **Calificación final:** Una vez se califican los criterios de selección se realiza el promedio ponderado por cada equipo teniendo en cuenta los pesos de cada ítem. En la se Tabla 4 muestra la calificación final del equipo analizado en el ejemplo.

Tabla 4. Ejemplo evaluación equipo

EQUIPOS	TITULOS	30%	CALIFICACION	RATING	15%	CALIFICACION	ASISTENCIA	30%	CALIFICACION	RECLASIFICACION (10 AÑOS)	25%	CALIFICACION
Deportes Tolima	4	13,79%	2	1,39	40%	5	4750	18%	2	71	88%	9
							CALIFICACIÓN FINAL	4,2				

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación realizada, se clasificó a los equipos mediante diagrama de Pareto que se muestra en la Ilustración 1 donde se clasifican a los equipos teniendo en cuenta el porcentaje acumulado, donde los equipos de Categoría A representan el 0 al 51% acumulado, los equipos de Categoría B representan del 52 al 81% y los equipos de Categoría C del 82 al 100%, tal como se muestra en la Tabla 5.

Ilustración 1. Pareto clasificación equipos.

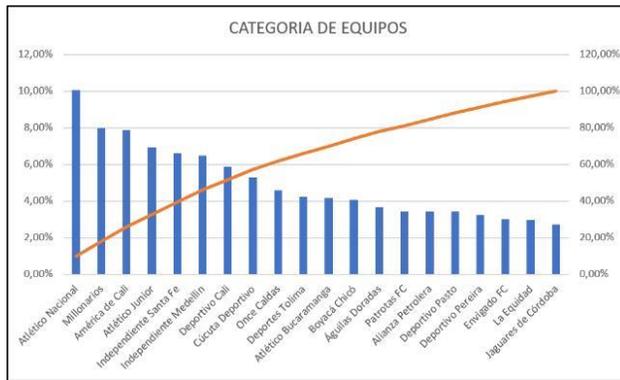


Tabla 5. Clasificación equipos.

EQUIPO	F ABS	F REL	F ACUM	CATEGORIA
Atlético Nacional	10	10,05%	10,05%	CT A
Millonarios	7,95	7,99%	18,03%	CT A
América de Cali	7,85	7,89%	25,92%	CT A
Atlético Junior	6,9	6,93%	32,85%	CT A
Independiente Santa Fe	6,6	6,63%	39,48%	CT A
Independiente Medellín	6,45	6,48%	45,96%	CT A
Deportivo Cali	5,85	5,88%	51,83%	CT A
Cúcuta Deportivo	5,25	5,27%	57,11%	CT B
Once Caldas	4,55	4,57%	61,68%	CT B
Deportes Tolima	4,2	4,22%	65,90%	CT B
Atlético Bucaramanga	4,15	4,17%	70,07%	CT B
Boyacá Chicó	4,05	4,07%	74,13%	CT B
Águilas Doradas	3,65	3,67%	77,80%	CT B
Patotas FC	3,4	3,42%	81,22%	CT B
Alianza Petrolera	3,4	3,42%	84,63%	CT C
Deportivo Pasto	3,4	3,42%	88,05%	CT C
Deportivo Pereira	3,25	3,26%	91,31%	CT C
Envigado FC	3	3,01%	94,32%	CT C
La Equidad	2,95	2,96%	97,29%	CT C
Jaguars de Córdoba	2,7	2,71%	100,00%	CT C

Una vez realizada la clasificación de los equipos, se determina la clasificación de los diferentes tipos de partidos que se juegan en las 20 fechas del torneo de primera división, teniendo en cuenta que dependiendo la categoría de los equipos a enfrentarse se determina el tipo de partido, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de Partidos.

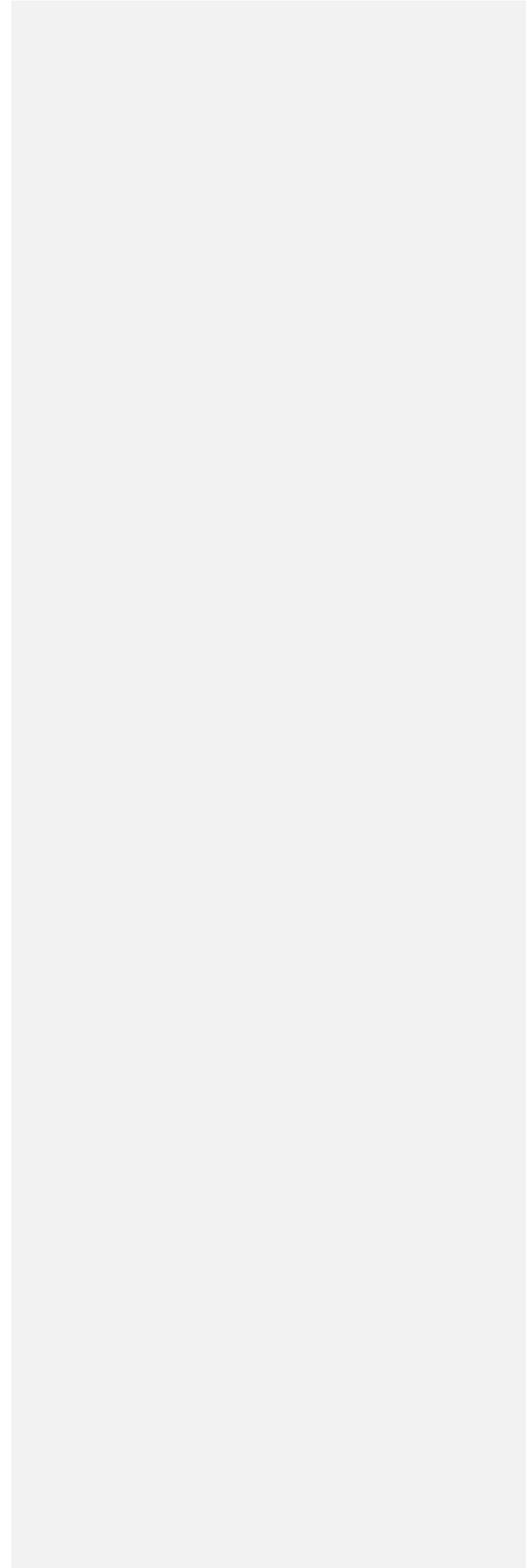
EQUIPO 1	EQUIPO 2	TIPO DE PARTIDO
CT A	CT A	Tipo A
CT A	CT B	Tipo B

EQUIPO 1	EQUIPO 2	TIPO DE PARTIDO
CT A	CT C	Tipo B
CT B	CT B	Tipo B
CT B	CT C	Tipo B
CT C	CT C	Tipo C

5.2. Formulación adicional.

Dentro de la formulación se hicieron ajustes de forma que se integrara las clasificaciones descritas anteriormente, estas se hicieron por medio de diferentes restricciones con diferentes objetivos basados en el

ANÁLISIS MODELO BASE. cómo se describirá en este apartado, teniendo en cuenta que se parte del



CONSTRUCCIÓN DE MODELO BASE.

En este apartado se hace uso del análisis realizado en la sección 5.1, esta información se carga al modelo por medio de diferentes matrices de cubrimiento con el fin de sintetizar la información de dicha sección, estas matrices son:

$CATEQUIPO_{(i)}$: 1 si el equipo i es categoría A, 2 si el equipo i es categoría B y 3 si el equipo i es categoría C.

$CATPARTIDO_{(i,v)}$: 2 si el enfrentamiento entre el equipo i y el equipo v es categoría A.
3,4,5 si el enfrentamiento entre el equipo i y el equipo v es categoría B.
6 si el enfrentamiento entre el equipo i y el equipo v es categoría C

Las matrices mencionadas anteriormente se encuentran en el anexo Matrices de cubrimiento modelo balanceado.

Con el fin de garantizar que en cada una de las fechas se mantengan enfrentamientos entre los equipos, que sean atractivos a los aficionados y que garanticen un equilibrio entre los tipos de partidos que se juegan. Dentro de la matriz $CATPARTIDO_{(i,v)}$ se define para cada fecha: como máximo 3 partidos categoría A (R 13), mínimo 1 partido de esta misma categoría (R 14) y mínimo un partido de categoría B (R 15), no se coloca un mínimo de partidos de categoría C dado que los enfrentamientos de este tipo no alcanzan a cubrir la totalidad de las fechas es decir son menos de 20 partidos.

$\forall_j \sum_{v \in CATPARTIDO_{(i,v)=2 \ \& \ (i \neq v)}} X(i, v, j) \leq 3$	R 13
$\forall_j \sum_{v \in CATPARTIDO_{(i,v)=2 \ \& \ (i \neq v)}} X(i, v, j) \geq 1$	R 14
$\forall_j \sum_{v \in 2 > CATPARTIDO_{(i,v) < 6 \ \& \ (i \neq v)}} X(i, v, j) \geq 1$	R 15

Con el fin de buscar equidad en el calendario y no perjudicar a aquellos equipos de categoría C los cuales comúnmente en la última fecha se juegan su permanencia en la primera división del fútbol profesional colombiano, se establece que ninguno de estos equipos se puede enfrentar con un equipo de categoría A en la última fecha, ya sea de local (R 16) o visitante (R 17).

$\sum_{i,v \in (CATEQUIPO_{(i)=1}) \ \& \ (CATEQUIPO_{(v)=3}) \ \& \ (i \neq v)} X(i, v, 20) = 0$	R 16
$\sum_{i,v \in (CATEQUIPO_{(v)=1}) \ \& \ (CATEQUIPO_{(i)=3}) \ \& \ (i \neq v)} X(i, v, 20) = 0$	R 17

Con el fin de evitar el desgaste de los equipos de categoría C, y que los enfrentamientos a lo largo de todo el calendario sean equitativos, se limita a un máximo de 2 partidos seguidos de cada equipo de esta categoría contra un equipo de categoría A, ya sea de local o de visitante (R 18)

$\forall i, j \in \text{CATEQUIPO}(i)=3 \sum_{v \in \text{CATPARTIDO}(v)=1 \ \& \ (i \neq v)} X(i, v, j-1) + X(v, i, j-1) + X(i, v, j) + X(v, i, j) + X(i, v, j+1) + X(v, i, j+1) \leq 2$	R 18
---	------

Dado que los equipos de categoría B, son equipos un poco más fuertes y con mayor recorrido deportivo que los equipos de categoría C, para ellos se establece un máximo de 3 partidos seguidos contra equipos de categoría A, ya sea de local (R 19) o visitante; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

$\forall i, j \in \text{CATEQUIPO}(i)=2 \sum_{v \in \text{CATPARTIDO}(v)=1 \ \& \ (i \neq v)} X(i, v, j-2) + X(v, i, j-2) + X(i, v, j-1) + X(v, i, j-1) + X(i, v, j) + X(v, i, j) + X(i, v, j+1) + X(v, i, j+1) \leq 3$	R 19
---	------

Con el fin de garantizar que se juegue la fecha de clásicos lo más cercano a la mitad del torneo se modifica la restricción (R 8) del modelo base, en la cual se añade una condición que establece que la fecha de clásicos debe estar entre la fecha 8 y la fecha 12 (R 20), además en todo el calendario del torneo se debe contar con exactamente 1 fecha de clásicos (R 21).

$\forall i > 10, 8 < j < 12 \sum_{v \in \text{CLASICO}(i,v) > 0 \ \& \ (i \neq v)} X(i, v, j) = Y(j)$	R 20
$\sum_j Y(j) = 1$	R 21

6. ANÁLISIS MODELO.

Con la categorización y las restricciones adicionales descritas en la sección anterior, el modelo logra encontrar una solución óptima en 61.828 segundos, con un valor total de 171.904,54 km recorridos por todos los equipos, esta es la misma distancia recorrida en el modelo base, se puede evidenciar que Santa Fe siguen recorren la menor distancia en comparación con los demás, sin embargo esta es menor que en el modelo base y Atlético Junior siguen siendo el que más distancia recorre, es menor que en el modelo base.

Con respecto a la programación obtenida con las modificaciones al modelo base, se observa que los equipos participantes en el torneo. La nueva programación se encuentra en el Anexo Calendario completo modelo balanceado.

Tabla 7. Distribución de partidos para las 4 primeras fechas y la fecha de clásicos del modelo propuesto.

Fecha 1		FECHA 2	
Local	Visitante	Local	Visitante
Atlético Junior	Alianza Petrolera	Once Caldas	Cúcuta Deportivo
América de Cali	Deportivo Pereira	Independiente Medellín	Atlético Junior
Atlético Bucaramanga	Once Caldas	Deportes Tolima	Independiente Santa Fe
Independiente Medellín	Independiente Santa Fe	Millonarios	Jaguas de Córdoba
Envigado FC	Atlético Nacional	Atlético Bucaramanga	Boyacá Chicó
Boyacá Chicó	Deportivo Pasto	Deportivo Cali	Alianza Petrolera
Millonarios	Deportes Tolima	Deportivo Pereira	Atlético Nacional
Atlético Bucaramanga	Once Caldas	Águilas Doradas	La Equidad
La Equidad	Deportivo Cali	Patriotas FC	Envigado FC
Águilas Doradas	Cúcuta Deportivo	Deportivo Pasto	América de Cali
FECHA 3		Fecha 4	
Local	Visitante	Local	Visitante
América de Cali	Águilas Doradas	Atlético Junior	América de Cali
Atlético Junior	Deportivo Cali	Once Caldas	Deportes Tolima
Boyacá Chicó	Independiente Medellín	Envigado FC	Independiente Medellín
Deportes Tolima	Atlético Bucaramanga	Deportivo Cali	Cúcuta Deportivo
La Equidad	Patriotas FC	Jaguas de Córdoba	Boyacá Chicó
Deportivo Pereira	Deportivo Pasto	Atlético Nacional	La Equidad
Atlético Nacional	Jaguas de Córdoba	Patriotas FC	Águilas Doradas
Alianza Petrolera	Envigado FC	Alianza Petrolera	Deportivo Pereira
Independiente Santa Fe	Once Caldas	Independiente Santa Fe	Atlético Bucaramanga
Cúcuta Deportivo	Millonarios	Deportivo Pasto	Millonarios
Fecha Clásicos			
Local	Visitante	Local	Visitante
Deportivo Cali	América de Cali	Deportivo Cali	América de Cali
Jaguas de Córdoba	Atlético Junior	Jaguas de Córdoba	Atlético Junior
Deportivo Pereira	Once Caldas	Deportivo Pereira	Once Caldas
Atlético Nacional	Independiente Medellín	Atlético Nacional	Independiente Medellín
Águilas Doradas	Envigado FC	Águilas Doradas	Envigado FC
Patritas FC	Boyacá Chicó	Patritas FC	Boyacá Chicó
Alianza Petrolera	Deportes Tolima	Alianza Petrolera	Deportes Tolima
Independiente Santa Fe	Millonarios	Independiente Santa Fe	Millonarios
Cúcuta Deportivo	Atlético Bucaramanga	Cúcuta Deportivo	Atlético Bucaramanga
Deportivo Pasto	La Equidad	Deportivo Pasto	La Equidad

Con esta nueva distribución de encuentros de los equipos, se evidencia varios cambios en diferentes variables del torneo dentro de las cuales se tiene, la distancia recorrida por los equipos, el número de enfrentamientos consecutivos según la categoría, y el espectáculo durante cada fecha;

dentro de los cambios evidenciados podemos observar la Tabla 8 donde se evidencian los cambios en la distancia que recorre cada uno de los equipos.

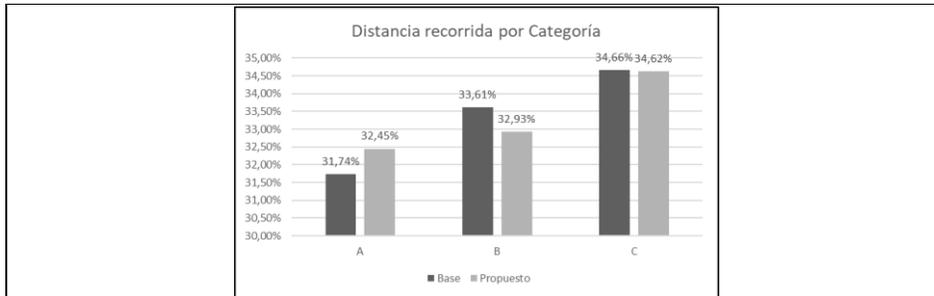
Tabla 8. Resumen de modelos.

EQUIPO	BASE (KM)	PROPUESTO (KM)	CATEGORIA	% Diferencia	B-P
Atlético Junior	18063,32	17164,3	A	4,98%	↓
Jaguars de Córdoba	13972,72	15144,72	C	8,39%	↑
Deportivo Pasto	13692,3	12880,62	C	5,93%	↓
Alianza Petrolera	11070,02	11546,66	C	4,31%	↑
Cúcuta Deportivo	11773,06	10390,32	B	11,74%	↓
Atlético Bucaramanga	10651,16	9461	B	11,17%	↓
América de Cali	6714,88	8564,28	A	27,54%	↑
Deportes Tolima	6406,7	8531,9	B	33,17%	↑
Boyacá Chicó	6618,12	8531,86	B	28,92%	↑
Deportivo Cali	7825,18	7591,34	A	2,99%	↓
Envigado FC	8131,22	7510,8	C	7,63%	↓
Once Caldas	7387,16	7247,38	B	1,89%	↓
Deportivo Pereira	6744,5	7102,56	C	5,31%	↑
Patriotas FC	7992,36	6476,48	B	18,97%	↓
Atlético Nacional	7298	6140,12	A	15,87%	↓
Millonarios	4524,26	6045,44	A	33,62%	↑
Águilas Doradas	6946,68	5973,4	B	14,01%	↓
La Equidad	5962,9	5325,18	C	10,69%	↓
Independiente Medellín	5577,74	5166,32	A	7,38%	↓
Independiente Santa Fe	4552,26	5109,86	A	12,25%	↑

La diferencia de distancias se toma desde el modelo base al modelo propuesto, por ejemplo, Independiente Santa fe, pasa a recorrer 12,25% más de distancia en el modelo propuesto. Sin embargo, se puede evidenciar que los equipos que menor distancia recorren son los que tienen localidad en ciudades principales como Medellín o la capital del país, esto se logra explicar dado a la posición geográfica y el nivel de comercio que tiene esta zona, la cual es un eje clave de transporte aéreo, en su mayoría todos los equipos viajan directamente a Bogotá para realizar escalas para ir a otras zonas del país, situación que no tienen estos equipos, debido a que sus vuelos a otros destinos son directos. Por otro lado, Atlético Junior, Deportivo Pasto, Jaguares de Córdoba se mantienen en las 3 primeras posiciones de ambos modelos, esto se debe a su ubicación geográfica, dado que se ven obligados a realizar escalas para llegar hasta su destino, lo que se traduce en más distancia a recorrer.

La distancia recorrida según la categoría también se vio afectada a los cambios realizados, donde originalmente esta no se tenía en cuenta y con las modificaciones se busca tener una mejor distribución en la distancia recorrida. En la Ilustración 2 se presenta la proporción de distancia recorrida por cada una de las categorías definida en Clasificación equipos y partidos. En cada modelo.

Ilustración 2. Distancia recorrida por categoría.



Podemos observar que los equipos de categoría A recorren más distancia en comparación con el modelo base, lo que favorece a la equidad de condiciones con respecto a las demás categorías dado que estos cuentan más recursos que les permiten costear los gastos de transporte y tener una buena recuperación de cara a los partidos de visitante, para el caso de la categoría C, sigue siendo la categoría con mayor distancia recorrida debido a que contiene a dos de los equipos que mayor distancia recorren dada sus condiciones geográficas descritas anteriormente. Adicionalmente se observa que con las condiciones adicionales no se tienen cambios significativos con respecto a las distancias recorridas por las categorías y estas se encuentran lo más balanceadas posibles, lo que garantiza equidad e igualdad de condiciones para los competidores.

Adicionalmente, podemos observar que con las condiciones adicionales se garantiza el espectáculo en cada una de las fechas, esto se refleja en la Tabla 9 , donde podemos observar la cantidad de partidos por categoría, donde tenemos como mínimo un partido clase A en cada fecha a excepción de la fecha 10 (Fecha de clásicos), estos involucran a los equipos más competitivos del torneo. Se puede observar que no se tienen una gran cantidad de partidos clase C, esto se debe a que la cantidad de equipos que forman esta clase de partidos es reducida en comparación con las otras dos categorías de partidos.

Tabla 9. Cantidad Partidos según categoría por fecha

FECHA	CATEGORIA PARTIDO		
	A	B	C
1	1	9	0
2	1	9	0
3	1	7	2
4	1	8	1
5	1	9	0
6	1	8	1
7	1	8	1
8	1	9	0
9	1	8	1
10	3	6	1
11	1	8	1
12	1	8	1
13	1	7	2
14	1	9	0
15	1	8	1
16	2	7	1
17	1	8	1
18	1	9	0
19	1	9	0
20	2	6	2

En términos relacionados con la equidad de condiciones podemos observar que los equipos categoría C, no tienen más de dos partidos consecutivos contra equipos de categoría A como por ejemplo en la Equidad, donde pasa de tener cuatro partidos consecutivos contra equipos de esta categoría a tener solamente dos, en las fechas 4 y 5 contra Atlético Nacional y Millonarios respectivamente, en la Tabla 10 se presentan los demás casos de los equipos categoría C, con la categoría de su adversario en las 20 fechas, donde se pueden observar los casos donde el máximo se tienen dos fechas seguidas contra un categoría A, por otro lado se resalta la última fecha donde no hay enfrentamientos contra un equipo Categoría A.

Equipos/Fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Envigado FC	A	B	C	A	A	C	B	B	A	B	B	A	C	A	C	B	A	B	B	C
La Equidad	A	B	C	A	A	B	C	A	C	C	A	B	C	B	C	B	A	B	A	B
Jaguars de Córdoba	B	A	A	B	B	A	C	A	B	A	C	A	C	B	A	C	B	B	A	C
Deportivo Pereira	A	A	B	C	A	C	A	B	C	B	B	B	B	B	A	B	C	A	A	C
Alianza Petrolera	A	A	C	C	B	B	A	A	B	B	A	C	C	B	A	C	B	A	B	B
Deportivo Pasto	B	A	C	A	B	A	B	B	A	C	C	C	B	A	B	B	C	A	A	C

Tabla 10. Enfrentamientos de equipos categoría C

Para los equipos categoría B se puede ver en la Tabla 11 que los enfrentamientos consecutivos contra equipo categoría A, solo se presentan máximo 3 veces en el caso de Once caldas y Boyacá Chico, los demás equipos como máximo tienen dos enfrentamientos contra equipos categoría A.

Equipos/Fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Once Caldas	B	B	A	B	A	A	A	C	A	C	A	B	C	A	B	C	C	C	B	C
Boyacá Chicó	C	B	A	C	A	B	A	A	A	B	C	C	A	A	B	C	B	B	B	C
Deportes Tolima	A	A	B	B	C	B	C	B	B	C	A	C	A	C	B	A	A	C	C	A
Atlético Bucaramanga	B	B	B	A	B	A	B	C	C	B	A	A	C	C	A	C	A	A	C	B
Águilas Doradas	B	C	A	B	C	C	B	C	A	C	C	A	A	C	B	A	B	A	B	A
Patriotas FC	C	C	C	B	B	A	A	B	C	B	B	B	A	A	C	A	A	C	B	A
Cúcuta Deportivo	B	B	A	A	C	C	C	A	B	B	B	A	A	C	A	C	C	B	A	B

Finalmente, la fecha de clásicos se desarrolla en la fecha 10, cumpliendo así con el requerimiento de que se desarrolle entre las fechas 8 y 12 del torneo, con este resultado se cumple aún mas con el acostumbrado fixture colombiano donde históricamente esta fecha se ha desarrollado en la mitad del torneo.

7. CONCLUSIONES.

Un modelo de programación entera mixta presenta un fixture basado en los hechos y requerimientos de los involucrados en el Torneo, como lo son, los equipos participantes, la federación colombiana de futbol, la Dimayor, la afición entre otros, garantizando la confiabilidad en los enfrentamientos.

Por otro lado, presenta diferentes escenarios donde se puede ingresar las limitantes que se presenten a lo largo del torneo, por ejemplo, fechas en las que los equipos no se puedan enfrentar, los estadios no están disponibles, u otras condiciones gubernamentales o culturales que puedan afectar el desarrollo de este, y la decisión de los enfrentamientos se realiza por un software sin beneficiar a otra persona o equipo.

La geografía del territorio nacional colombiano, no permite generar una minimización de distancia significativa, dado que muchos equipo en su ciudad de localidad no cuentan con aeropuertos para viaje directo, sin embargo el programa teniendo en cuenta las distancias, permite generar mejores enfrentamientos en cuanto al espectáculo y el desgaste de los equipos; algunos equipos que pertenecen a ciudades de mayor impacto en la economía colombiana tienden a tener beneficios en su desplazamiento dado que cuenta con más facilidad de viajes a otras plazas.

Se debe tener en cuenta que la categorización de los equipos puede llegar a cambiar ,dado que, en el torneo colombiano se realiza ascenso y descenso de equipos entre divisiones, por otro lado, las características que se tuvieron en cuenta para la categorización pueden verse modificadas de acuerdo con los criterios de los participantes del torneo u otras condiciones relevantes del medio, como tener en cuenta a aquellos equipos que juegan torneos internacionales, estas características pueden influir no solo en la categorización de los equipos si no en todos el fixture del torneo si así se desea.

8. ANEXOS.

8.1. Índices.

8.1.1. Índices de equipos.

<i>Tabla 12. Índice i, equipo local.</i>		<i>Tabla 13. Índice v, equipo visitante.</i>	
EQUIPO LOCAL(i)		EQUIPO VISITANTE(v)	
América de Cali		América de Cali	
Atlético Junior		Atlético Junior	
Once Caldas		Once Caldas	
Independiente Medellín		Independiente Medellín	
Envigado FC		Envigado FC	
Boyacá Chicó		Boyacá Chicó	
Deportes Tolima		Deportes Tolima	
Millonarios		Millonarios	
Atlético Bucaramanga		Atlético Bucaramanga	
La Equidad		La Equidad	
Deportivo Cali		Deportivo Cali	
Jaguars de Córdoba		Jaguars de Córdoba	
Deportivo Pereira		Deportivo Pereira	
Atlético Nacional		Atlético Nacional	
Águilas Doradas		Águilas Doradas	
Patriotas FC		Patriotas FC	
Alianza Petrolera		Alianza Petrolera	
Independiente Santa Fe		Independiente Santa Fe	
Cúcuta Deportivo		Cúcuta Deportivo	
Deportivo Pasto		Deportivo Pasto	

Con formato: Descripción, Centrado

Con formato: Centrado

Con formato: Centrado, Conservar con el siguiente

8.1.2. Índices de fechas.

<i>Tabla 14. Índice de fechas.</i>	
	JORNADA(j)
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
	19
	20

Con formato: Descripción, Centrado

Con formato: Centrado, Conservar con el siguiente

8.2. Matrices de cubrimiento modelo base.

8.2.1. Matriz de clásicos.

Tabla 15. Matriz de cubrimiento de clásicos.

	América de Cali	Atlético Junior	Once Caldas	Independiente Medellín	Envigado FC	Boyacá Chicó	Deportes Tolima	Millonarios	Atlético Bucaramanga	La Equidad	Deportivo Cali	Jaguars de Córdoba	Deportivo Pereira	Atlético Nacional	Águilas Doradas	Patriotas FC	Alianza Petrolera	Independiente Santa Fe	Cúcuta Deportivo	Deportivo Pasto	
América de Cali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlético Junior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Once Caldas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Independiente Medellín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Envigado FC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Boyacá Chicó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Deportes Tolima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Millonarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Atlético Bucaramanga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
La Equidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Deportivo Cali	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jaguars de Córdoba	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deportivo Pereira	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlético Nacional	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Águilas Doradas	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Patriotas FC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alianza Petrolera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Independiente Santa Fe	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cúcuta Deportivo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deportivo Pasto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Con formato: Descripción, Centrado

Con formato: Centrado

8.2.2. Matriz de estadio equipo.

Tabla 16. Matriz de cubrimiento de estadio equipo.

	América de Cali	Atlético Junior	Once Caldas	Independiente Medellín	Envigado FC	Boyacá Chicó	Deportes Tolima	Millonarios	Atlético Bucaramanga	La Equidad	Deportivo Cali	Jaguars de Córdoba	Deportivo Pereira	Atlético Nacional	Águilas Doradas	Patriotas FC	Alianza Petrolera	Independiente Santa Fe	Cúcuta Deportivo	Deportivo Pasto	
América de Cali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlético Junior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Once Caldas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Independiente Medellín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Envigado FC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boyacá Chicó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Deportes Tolima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Millonarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Atlético Bucaramanga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Equidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deportivo Cali	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jaguars de Córdoba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deportivo Pereira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlético Nacional	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Águilas Doradas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Patriotas FC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alianza Petrolera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Independiente Santa Fe	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cúcuta Deportivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deportivo Pasto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Con formato: Descripción, Centrado

Con formato: Centrado

8.2.3. Matriz de distancias.

Tabla 17. Matriz de cubrimiento de distancias.

	América de Cali	Atlético Junior	Once Caldas	Independiente Medellín	Envigado FC	Boyacá Chicó	Deportes Tolima	Millonarios	Atlético Bucaramanga	La Equidad	Deportivo Cali	Jaguars de Córdoba	Deportivo Pereira	Atlético Nacional	Águilas Doradas	Patriotas FC	Alianza Petrolera	Independiente Santa Fe	Cúcuta Deportivo	Deportivo Pasto
América de Cali	0	1704,56	930,56	661,02	681,02	922,28	859,76	602,28	1195,96	602,28	0	1602	958,5	661,02	655,86	922,28	1145,1	602,28	1406,68	522,44
Atlético Junior	1704,56	0	1744,28	1061,4	1079,4	1671,88	1673,48	1416	2009,68	1416	1704,56	2415,72	1772,22	1061,4	1076,92	1671,88	1958,82	1416	2220,4	2456,2
Once Caldas	930,56	1744,28	0	264,06	284,06	648,28	585,76	328,28	698,48	328,28	930,56	1328	333,22	264,06	243,96	648,28	903,46	328,28	1132,68	1368,48
Independiente Medellín	661,02	1061,4	264,06	0	0	805,78	743,26	485,78	1079,46	485,78	661,02	562,96	321,32	0	66	805,78	1028,6	485,78	1690,18	1525,98
Envigado FC	681,02	1079,4	284,06	0	0	805,78	743,26	477,74	1071,42	477,74	681,02	562,96	321,32	0	66	805,78	1028,6	477,74	1690,18	1525,98
Boyacá Chicó	922,28	1671,88	648,28	805,78	805,78	0	549,48	320	913,68	320	922,28	1319,72	648,22	805,78	733,92	0	834,82	320	1124,4	1360,2
Deportes Tolima	859,76	1673,48	585,76	743,26	743,26	549,48	0	257,48	851,16	257,48	859,76	1257,2	613,7	743,26	743,26	549,48	973,04	257,48	1061,88	1297,68
Millonarios	602,28	1416	328,28	485,78	477,74	320	257,48	0	593,68	0	602,28	999,72	356,22	485,78	485,78	320	542,82	0	804,4	1040,2
Atlético Bucaramanga	1195,96	2009,68	698,48	1079,46	1071,42	913,68	851,16	593,68	0	593,68	1195,96	1593,4	949,9	1079,46	1079,46	913,68	1136,5	593,68	217,76	1633,88
La Equidad	602,28	1416	328,28	485,78	477,74	320	257,48	0	593,68	0	602,28	999,72	356,22	485,78	485,78	320	542,82	0	804,4	1040,2
Deportivo Cali	0	1704,56	930,56	661,02	681,02	922,28	859,76	602,28	1195,96	602,28	0	1602	958,5	661,02	655,86	922,28	1145,1	602,28	1406,68	522,44
Jaguars de Córdoba	1602	2415,72	1328	562,96	562,96	1319,72	1257,2	999,72	1593,4	999,72	1602	0	1355,94	562,96	1671,14	1319,72	1542,54	999,72	1329,86	2039,92
Deportivo Pereira	958,5	1772,22	333,22	321,32	321,32	648,22	613,7	356,22	949,9	356,22	958,5	1355,94	321,32	321,32	321,32	648,22	899,04	356,22	1160,62	1396,42
Atlético Nacional	661,02	1061,4	264,06	0	0	805,78	743,26	485,78	1079,46	485,78	661,02	562,96	321,32	0	66	805,78	1028,6	485,78	1690,18	1525,98
Águilas Doradas	655,86	1076,92	243,96	66	66	733,92	743,26	485,78	1079,46	485,78	655,86	1671,14	321,32	66	0	733,92	1094,6	551,78	832,9	1525,98
Patriotas FC	922,28	1671,88	648,28	805,78	805,78	0	549,48	320	913,68	320	922,28	1319,72	648,22	805,78	733,92	0	834,82	320	1124,4	1360,2
Alianza Petrolera	1145,1	1958,82	903,46	1028,6	1028,6	834,82	973,04	542,82	1136,5	542,82	1145,1	1542,54	899,04	1028,6	1094,6	834,82	0	542,82	1347,22	1583,02
Independiente Santa Fe	602,28	1416	328,28	485,78	477,74	320	257,48	0	593,68	0	602,28	999,72	356,22	485,78	551,78	320	542,82	0	804,4	1040,2
Cúcuta Deportivo	1406,68	2220,4	1132,68	1690,18	1690,18	1124,4	1061,88	804,4	217,76	804,4	1406,68	1329,86	1160,62	1290,18	832,9	1124,4	1347,22	804,4	0	1844,6
Deportivo Pasto	522,44	2456,2	1368,48	1525,98	1525,98	1360,2	1297,68	1040,2	1633,88	1040,2	522,44	2039,92	1396,42	1525,98	1525,98	1360,2	1583,02	1040,2	1844,6	0

8.3. Calendario completo modelo base.

Tabla 18. Calendario completo modelo base.

Equipos/Fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
América de Cali	VISITANTE	La Equidad	Deportivo Cali	VISITANTE	Patotas FC	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Pereira	Once Caldas
Atlético Junior	VISITANTE	Deportivo Cali	VISITANTE	Once Caldas	La Equidad	VISITANTE	Deportivo Pereira	VISITANTE	Patotas FC	Jaguares de Córdoba
Once Caldas	VISITANTE	Deportivo Pereira	Boyacá Chicó	VISITANTE	Alianza Petrolera	Deportivo Pasto	VISITANTE	Independiente Santa Fe	Cúcuta Deportivo	VISITANTE
Independiente Medellín	Atlético Nacional	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	Millonarios	VISITANTE	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE	VISITANTE	Alianza Petrolera
Envigado FC	VISITANTE	Independiente Medellín	Atlético Nacional	VISITANTE	Deportivo Pereira	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	La Equidad	VISITANTE
Boyacá Chicó	Alianza Petrolera	VISITANTE	VISITANTE	Jaguares de Córdoba	Deportes Tolima	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Junior	Deportivo Cali	VISITANTE
Deportes Tolima	VISITANTE	VISITANTE	Alianza Petrolera	Envigado FC	VISITANTE	Independiente Santa Fe	Once Caldas	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	Águilas Doradas
Millonarios	VISITANTE	Boyacá Chicó	La Equidad	VISITANTE	VISITANTE	Jaguares de Córdoba	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE	Independiente Santa Fe
Atlético Bucaramanga	Millonarios	Independiente Santa Fe	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Cali	VISITANTE	Atlético Nacional	Envigado FC	VISITANTE	Boyacá Chicó
La Equidad	Patotas FC	VISITANTE	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	VISITANTE	Jaguares de Córdoba	Deportivo Pasto	VISITANTE	Deportivo Pereira
Deportivo Cali	Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE	Patotas FC	VISITANTE	VISITANTE	Alianza Petrolera	Deportes Tolima	VISITANTE	VISITANTE
Jaguares de Córdoba	Envigado FC	Deportivo Pasto	VISITANTE	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE	VISITANTE	VISITANTE
Deportivo Pereira	Deportes Tolima	VISITANTE	Independiente Santa Fe	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	Patotas FC	VISITANTE	VISITANTE
Atlético Nacional	VISITANTE	Deportes Tolima	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Pasto	Boyacá Chicó	VISITANTE	Águilas Doradas	Millonarios	VISITANTE
Águilas Doradas	VISITANTE	VISITANTE	Jaguares de Córdoba	VISITANTE	Millonarios	Deportivo Cali	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE
Patotas FC	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	Deportivo Pasto	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín	Millonarios	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional
Alianza Petrolera	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	Atlético Nacional	VISITANTE	Envigado FC	VISITANTE	VISITANTE	Jaguares de Córdoba	VISITANTE
Independiente Santa Fe	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	América de Cali	Independiente Medellín	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Deportivo Pasto	VISITANTE
Cúcuta Deportivo	Águilas Doradas	VISITANTE	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	La Equidad	VISITANTE	Alianza Petrolera	VISITANTE	Envigado FC
Deportivo Pasto	América de Cali	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Boyacá Chicó	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Cali

Equipos/Fechas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
América de Cali	VISITANTE	VISITANTE	Alianza Petrolera	Jaguares de Córdoba	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	Deportes Tolima	VISITANTE	VISITANTE
Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional	VISITANTE	Alianza Petrolera	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE
Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE	Patotas FC	Millonarios	Alianza Petrolera	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE	Envigado FC	VISITANTE
Independiente Medellín	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Deportivo Cali	La Equidad	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Pereira	VISITANTE	Deportes Tolima
Envigado FC	VISITANTE	América de Cali	Patotas FC	VISITANTE	Boyacá Chicó	VISITANTE	Millonarios	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE
Boyacá Chicó	VISITANTE	Águilas Doradas	Deportivo Pereira	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE	VISITANTE	Patotas FC	América de Cali
Deportes Tolima	VISITANTE	VISITANTE	Jaguares de Córdoba	VISITANTE	Deportivo Pasto	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE
Millonarios	VISITANTE	Deportes Tolima	Atlético Junior	VISITANTE	Deportivo Pereira	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Cali	Deportivo Pasto	VISITANTE
Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	VISITANTE	Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE	La Equidad	Atlético Junior
La Equidad	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Cali	Atlético Nacional	VISITANTE	VISITANTE	Deportes Tolima	Boyacá Chicó	VISITANTE	Once Caldas
Deportivo Cali	América de Cali	Independiente Santa Fe	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	VISITANTE	Jaguares de Córdoba	Envigado FC
Jaguares de Córdoba	Atlético Junior	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Once Caldas	Deportivo Pereira	VISITANTE	Independiente Santa Fe	VISITANTE	Patotas FC
Deportivo Pereira	Once Caldas	Deportivo Pasto	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Cali	VISITANTE	VISITANTE	Alianza Petrolera
Atlético Nacional	Independiente Medellín	VISITANTE	Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE	América de Cali	Jaguares de Córdoba	VISITANTE	Deportivo Pereira	VISITANTE
Águilas Doradas	Envigado FC	VISITANTE	Independiente Santa Fe	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	Patotas FC	VISITANTE	Once Caldas	América de Cali	VISITANTE
Patotas FC	Boyacá Chicó	VISITANTE	VISITANTE	Deportes Tolima	Independiente Santa Fe	VISITANTE	Alianza Petrolera	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE
Alianza Petrolera	Deportes Tolima	La Equidad	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	Millonarios	VISITANTE	Deportivo Pasto	Independiente Santa Fe	VISITANTE
Independiente Santa Fe	Millonarios	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC	VISITANTE	La Equidad	Boyacá Chicó	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional
Cúcuta Deportivo	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Boyacá Chicó	América de Cali	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional	VISITANTE	Millonarios
Deportivo Pasto	La Equidad	VISITANTE	Independiente Medellín	Atlético Junior	VISITANTE	Envigado FC	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	VISITANTE	Águilas Doradas

Con formato: Descripción, Centrado

Con formato: Centrado

Con formato: Centrado, Conservar con el siguiente

8.4. Criterio de decisión.

8.4.1. Clasificación de equipos.

Tabla 19. Evaluación de los equipos.

EQUIPOS	TITULOS	30%	CALIFICACION	RATING	15%	CALIFICACION	ASISTENCIA	30%	CALIFICACION	RECLASIFICACION (10 AÑOS)	25%	CALIFICACION	100%
América de Cali	16	55,17%	6	2,97	86%	9	23051	90%	9	60	74%	8	7,85
Atlético Junior	12	41,38%	5	2,29	66%	7	17298	67%	7	68	84%	9	6,9
Once Caldas	5	17,24%	2	1,61	47%	5	9128	35%	4	60	74%	8	4,55
Independiente Medellín	8	27,59%	3	2,01	58%	6	18878	73%	8	65	80%	9	6,45
Envigado FC	0	0,00%	1	1,24	36%	4	2833	11%	2	48	59%	6	3
Boyacá Chicó	3	10,34%	2	0	0%	1	15300	59%	6	43	53%	6	4,05
Deportes Tolima	4	13,79%	2	1,39	40%	5	4750	18%	2	71	88%	9	4,2
Millonarios	20	68,97%	7	3,19	92%	10	17040	66%	7	67	83%	9	7,95
Atlético Bucaramanga	2	6,90%	1	1,35	39%	4	12200	47%	5	54	67%	7	4,15
La Equidad	1	3,45%	1	1,16	34%	4	1477	6%	1	54	67%	7	2,95
Deportivo Cali	11	37,93%	4	1,96	57%	6	10889	42%	5	66	81%	9	5,85
Jaguars de Córdoba	1	3,45%	1	1,17	34%	4	2120	8%	1	43	53%	6	2,7
Deportivo Pereira	2	6,90%	1	0	0%	1	14274	55%	6	30	37%	4	3,25
Atlético Nacional	29	100,00%	10	3,45	100%	10	25731	100%	10	81	100%	10	10
Águilas Doradas	1	3,45%	1	1,45	42%	5	2886	11%	2	58	72%	8	3,65
Patotas FC	0	0,00%	1	1,02	30%	3	5538	22%	3	50	62%	7	3,4
Alianza Petrolera	1	3,45%	1	1,42	41%	5	2857	11%	2	49	60%	7	3,4
Independiente Santa Fe	17	58,62%	6	2,17	63%	7	10372	40%	5	70	86%	9	6,6
Cúcuta Deportivo	4	13,79%	2	1,64	48%	5	18677	73%	8	44	54%	6	5,25
Deportivo Pasto	3	10,34%	2	0,79	23%	3	4667	18%	2	53	65%	7	3,4

8.5. Matrices de cubrimiento modelo balanceado.

8.5.1. Matriz de categoría equipo.

Tabla 20. Matriz de cubrimiento categoría de equipo.

Categoría equipos	
Atlético Nacional	1
Millonarios	1
América de Cali	1
Atlético Junior	1
Independiente Santa Fe	1
Independiente Medellín	1
Deportivo Cali	1
Cúcuta Deportivo	2
Once Caldas	2
Deportes Tolima	2
Atlético Bucaramanga	2
Boyacá Chicó	2
Águilas Doradas	2
Patriotas FC	2
Alianza Petrolera	3
Deportivo Pasto	3
Deportivo Pereira	3
Envigado FC	3
La Equidad	3
Jaguars de Córdoba	3

8.5.1. Matriz categoría partido.

Tabla 21. Matriz de cubrimiento de categoría de partidos.

	Atlético Nacional	Millonarios	América de Cali	Atlético Junior	Independiente Santa Fe	Independiente Medellín	Deportivo Cali	Cúcuta Deportivo	Once Caldas	Deportes Tolima	Atlético Bucaramanga	Boyacá Chicó	Águilas Doradas	Patriotas FC	Alianza Petrolera	Deportivo Pasto	Deportivo Pereira	Envigado FC	La Equidad	Jaguars de Córdoba	
Atlético Nacional	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Millonarios	2	0	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
América de Cali	2	2	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Atlético Junior	2	2	2	0	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Independiente Santa Fe	2	2	2	2	0	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Independiente Medellín	2	2	2	2	2	0	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Deportivo Cali	2	2	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Cúcuta Deportivo	3	3	3	3	3	3	3	0	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Once Caldas	3	3	3	3	3	3	3	4	0	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Deportes Tolima	3	3	3	3	3	3	3	4	4	0	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Atlético Bucaramanga	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	0	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Boyacá Chicó	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	0	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Águilas Doradas	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	0	4	5	5	5	5	5	5	5
Patriotas FC	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	0	5	5	5	5	5	5	5
Alianza Petrolera	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	0	6	6	6	6	6	6
Deportivo Pasto	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	0	6	6	6	6	6
Deportivo Pereira	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	0	6	6	6	6
Envigado FC	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	0	6	6	6
La Equidad	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	0	6	6
Jaguars de Córdoba	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	0	6

8.6. Calendario completo modelo balanceado.

Tabla 22. Calendario completo del modelo balanceado.

Equipos/Fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
América de Cali	Deportivo Pereira	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	Deportivo Cali	VISITANTE	Boyacá Chicó	Jaguare de Córdoba	VISITANTE	VISITANTE
Atlético Junior	Alianza Petrolera	VISITANTE	Deportivo Cali	América de Cali	VISITANTE	Jaguare de Córdoba	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Santa Fe	VISITANTE
Once Caldas	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Deportes Tolima	Atlético Nacional	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE
Independiente Medellín	Independiente Santa Fe	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Pereira	VISITANTE	VISITANTE	Alianza Petrolera	Deportivo Pasto	VISITANTE
Envigado FC	Atlético Nacional	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE
Boyacá Chicó	Deportivo Pasto	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE	Independiente Santa Fe	VISITANTE	VISITANTE	Millonarios	Atlético Nacional	VISITANTE
Deportes Tolima	VISITANTE	Independiente Santa Fe	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Boyacá Chicó	VISITANTE	Patriotas FC	Cúcuta Deportivo	VISITANTE
Millonarios	Deportes Tolima	Jaguare de Córdoba	VISITANTE	VISITANTE	La Equidad	Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE
Atlético Bucaramanga	Once Caldas	Boyacá Chicó	VISITANTE	VISITANTE	Patriotas FC	América de Cali	VISITANTE	VISITANTE	Jaguare de Córdoba	VISITANTE
La Equidad	Deportivo Cali	VISITANTE	Deportivo Pasto	VISITANTE	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Atlético Junior	Deportivo Pereira	VISITANTE
Deportivo Cali	VISITANTE	Alianza Petrolera	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Deportivo Pasto	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC	América de Cali
Jaguare de Córdoba	Patriotas FC	VISITANTE	VISITANTE	Boyacá Chicó	Deportes Tolima	VISITANTE	La Equidad	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Junior
Deportivo Pereira	VISITANTE	Atlético Nacional	Patriotas FC	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	Once Caldas
Atlético Nacional	VISITANTE	VISITANTE	Jaguare de Córdoba	La Equidad	VISITANTE	Independiente Santa Fe	Atlético Junior	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín
Águilas Doradas	Cúcuta Deportivo	La Equidad	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Pasto	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC
Patriotas FC	VISITANTE	Envigado FC	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	Independiente Medellín	Deportivo Cali	VISITANTE	VISITANTE	Boyacá Chicó
Alianza Petrolera	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC	Deportivo Pereira	VISITANTE	Águilas Doradas	Millonarios	VISITANTE	Patriotas FC	Deportes Tolima
Independiente Santa Fe	VISITANTE	VISITANTE	Once Caldas	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Deportivo Pereira	Deportivo Cali	VISITANTE	Millonarios
Cúcuta Deportivo	VISITANTE	VISITANTE	Millonarios	VISITANTE	Alianza Petrolera	VISITANTE	Envigado FC	Atlético Nacional	VISITANTE	Atlético Bucaramanga
Deportivo Pasto	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE	Millonarios	VISITANTE	VISITANTE	Deportes Tolima	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	La Equidad

Equipos/Fechas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
América de Cali	Alianza Petrolera	VISITANTE	Independiente Santa Fe	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional	VISITANTE	VISITANTE	La Equidad	Patriotas FC
Atlético Junior	Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE	Boyacá Chicó	VISITANTE	Millonarios	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	Deportes Tolima
Once Caldas	VISITANTE	Patriotas FC	VISITANTE	VISITANTE	Boyacá Chicó	Deportivo Pereira	VISITANTE	Jaguare de Córdoba	Águilas Doradas	VISITANTE
Independiente Medellín	Atlético Nacional	VISITANTE	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE	Deportes Tolima	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	Deportivo Cali
Envigado FC	Águilas Doradas	América de Cali	VISITANTE	Millonarios	La Equidad	VISITANTE	VISITANTE	Deportes Tolima	VISITANTE	Deportivo Pasto
Boyacá Chicó	VISITANTE	La Equidad	Deportivo Cali	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC	VISITANTE	VISITANTE	Patriotas FC	Alianza Petrolera
Deportes Tolima	Deportivo Cali	Deportivo Pereira	VISITANTE	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE	Alianza Petrolera	VISITANTE
Millonarios	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	Patriotas FC	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE	Independiente Santa Fe
Atlético Bucaramanga	VISITANTE	Atlético Junior	Deportivo Pereira	VISITANTE	VISITANTE	La Equidad	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC	Cúcuta Deportivo
La Equidad	Independiente Santa Fe	VISITANTE	Alianza Petrolera	Deportes Tolima	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín	VISITANTE	VISITANTE	Once Caldas
Deportivo Cali	VISITANTE	Jaguare de Córdoba	VISITANTE	Once Caldas	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	Millonarios	Deportivo Pereira	VISITANTE	VISITANTE
Jaguare de Córdoba	VISITANTE	VISITANTE	Envigado FC	VISITANTE	Independiente Santa Fe	Alianza Petrolera	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín	Deportivo Pereira
Deportivo Pereira	Boyacá Chicó	VISITANTE	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	Atlético Junior	VISITANTE	Deportivo Pasto	VISITANTE	Millonarios	VISITANTE
Atlético Nacional	VISITANTE	Millonarios	Deportes Tolima	VISITANTE	Alianza Petrolera	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	Deportivo Cali	VISITANTE
Águilas Doradas	VISITANTE	VISITANTE	Independiente Medellín	Jaguare de Córdoba	VISITANTE	Deportivo Cali	Boyacá Chicó	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional
Patriotas FC	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	VISITANTE	Atlético Nacional	Deportivo Pasto	VISITANTE	Atlético Junior	La Equidad	VISITANTE	VISITANTE
Alianza Petrolera	VISITANTE	Deportivo Pasto	VISITANTE	Atlético Bucaramanga	VISITANTE	VISITANTE	Once Caldas	Independiente Santa Fe	VISITANTE	VISITANTE
Independiente Santa Fe	VISITANTE	Águilas Doradas	VISITANTE	Deportivo Pasto	VISITANTE	Patriotas FC	Envigado FC	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE
Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Independiente Medellín	Atlético Junior	VISITANTE	América de Cali	VISITANTE	Jaguare de Córdoba	Boyacá Chicó	VISITANTE	VISITANTE
Deportivo Pasto	Jaguare de Córdoba	VISITANTE	Once Caldas	VISITANTE	VISITANTE	Cúcuta Deportivo	VISITANTE	Atlético Nacional	Atlético Junior	VISITANTE

9. REFERENCIAS.

- Birge, J. R. (2004). Scheduling a Professional Sports League in Microsoft® Excel: Showing Students the Value of Good Modeling and Solution Techniques. *INFORMS Transactions on Education*, 5(1), 56-66. <https://doi.org/10.1287/ited.5.1.56>
- Bulck, D. Van, Goossens, D., Schönberger, J., & Guajardo, M. (2020). *An Instance Data Repository for the Round-robin Sports Timetabling Problem*. <https://doi.org/10.1177/0258042X20912108>
- Durán, G., Guajardo, M., Miranda, J., Sauré, D., Souyris, S., Weintraub, A., & Wolf, R. (2007). Scheduling the Chilean Soccer League by Integer Programming. *Interfaces*, 37(6), 539-552. <https://doi.org/10.1287/inte.1070.0318>
- Goossens, D. R., & Spieksma, F. C. R. (2012). Soccer schedules in Europe: An overview. *Journal of Scheduling*, 15(5), 641-651. <https://doi.org/10.1007/s10951-011-0238-9>
- Goossens, D., & Spieksma, F. (2009). Scheduling the belgian soccer league. *Interfaces*, 39(2), 109-118. <https://doi.org/10.1287/inte.1080.0402>
- Günneç, D., & Demir, E. (2019). Fair-fixtute: Minimizing carry-over effects in football leagues. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 15(4), 1565-1577. <https://doi.org/10.3934/jimo.2018110>
- Kendall, G. (2008). Scheduling English football fixtures over holiday periods. *Journal of the Operational Research Society*, 59(6), 743-755. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602382>
- Kendall, Graham, McCollum, B., Cruz, F., & McMullan, P. (2010). Scheduling english football fixtures: Consideration of two conicting objectives. *PATAT 2010 - Proceedings of the 8th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling*, 1-15.
- Noronha, T. F., Ribeiro, C. C., Duran, G., Souyris, S., & Weintraub, A. (2006). A branch-and-cut algorithm for scheduling the highly-constrained chilean soccer tournament. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 3867 LNCS, 174-186. https://doi.org/10.1007/978-3-540-77345-0_12
- Panton, D., & Kylie, B. (2002). Optimisation tools for round-robin and partial round-robin sporting fixtures. En *Proceedings of the Sixth Australian Conference on Mathematics and Computers in Sport, Sydney, University of Technology* (Vol. 20387, pp. 219-229). <http://proxy.lib.ohio-state.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPH S-840935&site=ehost-live>
- Ribeiro, C. C. (2012). Sports scheduling: Problems and applications. *International Transactions in Operational Research*, 19(1-2), 201-226. <https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2011.00819.x>
- Schreuder, J. A. M. (1992). Combinatorial aspects of construction of competition Dutch

Professional Football Leagues. *Discrete Applied Mathematics*, 35(3), 301-312. [https://doi.org/10.1016/0166-218X\(92\)90252-6](https://doi.org/10.1016/0166-218X(92)90252-6)

Van Bulck, D., Goossens, D. R., & Spieksma, F. C. R. (2019). Scheduling a non-professional indoor football league: a tabu search based approach. *Annals of Operations Research*, 275(2), 715-730. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-3013-x>

Westphal, S., & Noparlik, K. (2014). A 5.875-approximation for the Traveling Tournament Problem. *Annals of Operations Research*, 218(1), 347-360. <https://doi.org/10.1007/s10479-012-1061-1>