

# PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA APLICADA A LA CONFECCIÓN DEL FIXTURE DE LA PRIMERA DIVISIÓN DEL FÚTBOL CHILENO

Guillermo Durán    Mario Guajardo    Jaime Miranda  
Denis Sauré    Sebastián Souyris    Andrés Weintraub  
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile

Alejandro Carmash    Felipe Chaigneau  
Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP), Chile

Octubre 2005

## AGENDA

- Descripción del problema
- Antecedentes
- Justificación de la aplicación
- Particularidades del problema chileno
- Enfoque de solución

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

### ■ PROBLEMÁTICA

- Realizar el fixture de la primera división del fútbol chileno (Torneos Apertura y Clausura 2005).

### ■ LIMITACIONES

- Este fixture está sujeto a una serie de condiciones dadas por los distintos clubes y la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP).
- Estas condiciones están asociadas a distintos conflictos de intereses.

### ■ OBJETIVO CENTRAL

- TENER UNA ATRACTIVA PROGRAMACIÓN DE LOS PARTIDOS DE PRIMERA DIVISIÓN DEL FÚTBOL CHILENO, TANTO PARA LOS CLUBES COMO PARA EL PÚBLICO EN GENERAL



## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

### Problema difícil de resolver

Número de Equipos	Número de Fixtures
2	1
4	6
6	720
8	31.449.600

- **OBJETIVO:** Encontrar uno de los fixtures que cumpla con las condiciones requeridas.
- 8 equipos: más de 30 millones de posibilidades distintas.
- La tarea de encontrar a mano un fixture que satisfaga todas las condiciones requeridas es prácticamente imposible.

## ANTECEDENTES

¿Quiénes usan este tipo de modelos?

- LIGAS INTERNACIONALES QUE USAN MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE SUS FIXTURES
  - **Liga de básquetbol americana: NBA**
  - **Liga de fútbol americano : NFL**
  - **Liga de beisbol americano : MBL**



---

## ANTECEDENTES

### Importante desarrollo académico en *sports scheduling*

- Existe un gran número de trabajos en la literatura.
- Hay muchos grupos trabajando activamente en el tema en todo el mundo, tanto desde el punto de vista teórico como desde las aplicaciones: Mike Trick (Carnegie Mellon); George Nemhauser (Georgia Tech); Martin Henz (Universidad de Singapur); Celso Ribeiro (PUC-Brasil); Tomomi Matsui (Universidad de Tokio).
- El problema “estrella” en el área es el *Traveling Tournament Problem (TTP)* definido por Easton, Nemhauser y Trick en 2001. El TTP consiste en diseñar un fixture que minimice las distancias recorridas por los equipos participantes de una liga deportiva norteamericana.

---

## JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN

¿Por qué mejorar los fixtures?

Las ligas mencionadas usan para la creación de los fixtures sólo criterios objetivos y claros. En la mayoría de ellas hay millones de dólares en juego.

### ■ JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

- Aumento en la afluencia de público.
- Aumento del rating de los partidos televisados.
- Reducción de los costos operativos (viajes-estadias, arriendo de canchas).
- Criterios de equidad económica.

### ■ JUSTIFICACIÓN DEPORTIVA

- Criterios de equidad deportiva.

### ■ BENEFICIO AL PÚBLICO

- Partidos importantes en fechas adecuadas.
- Torneos más atractivos.

---

## PARTICULARIDADES DEL PROBLEMA CHILENO

### ■ CONTEXTO:

- 2 campeonatos por año: Apertura y Clausura.
- 20 equipos.
- 19 fechas de encuentros en cada campeonato.
- Todos juegan contra todos.
- Debe haber 10 partidos por fecha.
- Todos los equipos deben jugar en cada fecha.
- Los equipos están divididos en 4 grupos de 5 equipos.
- Clasifican a los play-off los dos primeros de cada grupo (modelo mexicano).
- Los días en los que se juega cada una de las 19 fechas de cada campeonato (miércoles o domingo) están determinados a priori por la ANFP.



## PARTICULARIDADES DEL PROBLEMA CHILENO

### Distribución en grupos: Apertura 2005

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
COLO-COLO AUDAX ITALIANO HUACHIPATO SAN FELIPE MELIPILLA	COBRELOA WANDERERS COQUIMBO PUERTO MONTT LA SERENA	U.DE CONCEPCIÓN UNIÓN ESPAÑOLA TEMUCO PALESTINO D. CONCEPCIÓN	U.DE CHILE U. CATÓLICA EVERTON COBRESAL RANGERS

Cuadro 1: Grupos del Apertura 2005

### Distribución en grupos: Clausura 2005

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
U. CATÓLICA HUACHIPATO D. CONCEPCIÓN PUERTO MONTT SAN FELIPE	U.DE CHILE EVERTON LA SERENA WANDERERS TEMUCO	COBRELOA COBRESAL RANGERS PALESTINO AUDAX ITALIANO	COLO-COLO COQUIMBO UNIÓN ESPAÑOLA U.DE CONCEPCIÓN MELIPILLA

Cuadro 2: Grupos del Clausura 2005

---

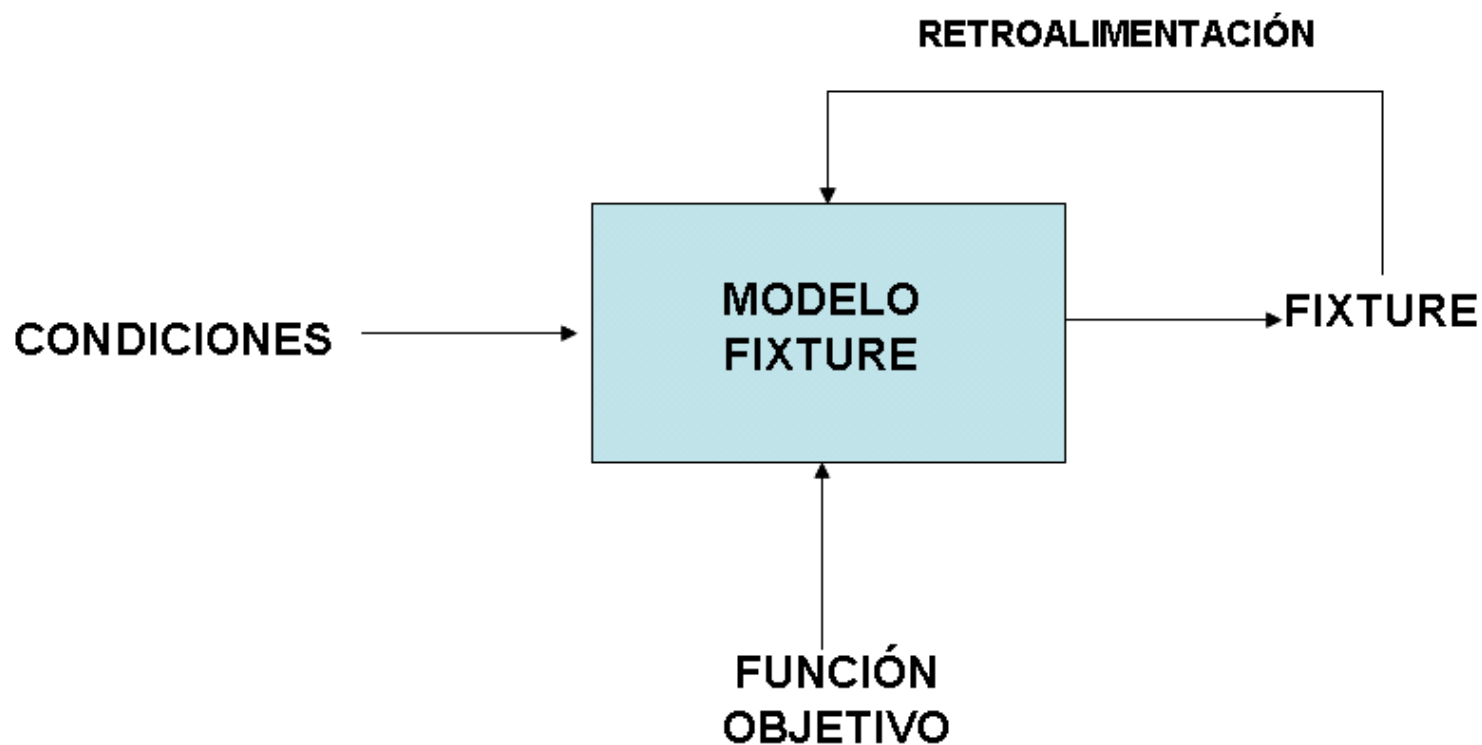
## PARTICULARIDADES DEL PROBLEMA CHILENO

### Dificultades del fixture 2004

- Analicemos el fixture del fútbol chileno del Clausura 2004
  - **Partidos clásicos en fechas inconvenientes.**
  - **Desbalance en las localías de los miércoles.**
  - **No se aprovecharon las fechas de domingo-miércoles o miércoles-domingo para partidos de visitante consecutivos en lugares lejanos.**
  - **Equipos chicos enfrentando en fechas consecutivas a los dos equipos más importantes.**
  - **No aprovechamiento de los lugares turísticos para partidos importantes en fechas atractivas.**
  - **Equipos chicos enfrentando siempre de visitante a los 4 equipos más importantes.**

## ENFOQUE DE SOLUCIÓN

- Necesitamos un modelo que:
  - **Construya la programación de fechas de los partidos del fútbol chileno.**
  - **Cumpla con una serie de condiciones.**



---

## ENFOQUE DE SOLUCIÓN

### ■ MODELO PROPUESTO

- **Determinar la programación para cada una de las 19 fechas, para cada uno de los 2 campeonatos, o sea quien juega contra quien y en que estadio, en cada fecha.**
- **Se buscarán fixtures que satisfagan todas las condiciones fijadas, maximizando enfrentamientos “decisivos” hacia el final del campeonato (entre equipos del mismo grupo y/o entre equipos que pelean el descenso).**

## ENFOQUE DE SOLUCIÓN

- **CONDICIONES:** restricciones que deben ser cumplidas a cabalidad.
  - **Fixture válido:** cada equipo juega un partido por fecha y todos los partidos se disputan exactamente una vez a lo largo del torneo.
  - De las 19 fechas cada equipo juega 10 de local y 9 de visita, o viceversa.
  - No se puede jugar más de 2 partidos consecutivos de local ni de visita.
  - No se puede jugar 4 partidos de local ni 4 de visita en 5 fechas consecutivas.
  - No se puede jugar más que una vez a lo largo de cada torneo 2 partidos juntos de visita (“trips”), ni de local (esta restricción podría relajarse un poco, permitiendo que a unos pocos equipos alguna de estas situaciones le suceda dos veces).

## ENFOQUE DE SOLUCIÓN

### ■ MÁS CONDICIONES:

- Hay 3 pares de equipos “cruzados” (Univ. de Chile - Colo-Colo; Everton-Wanderers; Univ. de Concepción-Deportes Concepción) que cuando uno es local el otro debe ser visita, y viceversa.
- Todo equipo si enfrenta de local a la Univ. de Chile, debe enfrentar de visita a Colo-Colo, y viceversa. Lo mismo para Universidad Católica y Cobreloa (equipos “excluyentes”).
- En el Clausura se deben invertir las localías definidas en el Apertura, aunque la fecha en que cada partido se disputa puede variar.
- Los equipos de zonas turísticas (Viña, Valparaíso, Coquimbo, La Serena) enfrentan al menos una vez a alguno de los 3 equipos más importantes durante las fechas de verano.

## ENFOQUE DE SOLUCIÓN

### ■ MÁS CONDICIONES:

- Los 3 clásicos del campeonato se juegan entre la fecha 7 y la 17.
- Ningún equipo grande juega más que uno de esos 3 clásicos de local.
- En cada fecha no pueden jugarse más de 4 partidos en Santiago (hay 6 equipos de Santiago).
- Hay ciertas fechas (la 1, la 16 y la 18) donde obligatoriamente en ella o en la siguiente cada equipo debe jugar exactamente una vez de local (fecha de ajuste).
- Requerimientos especiales: en la primer fecha se deben enfrentar los finalistas del torneo anterior (Cobreloa-Unión Española, en el Apertura; Coquimbo-Unión Española, en el Clausura).

## ENFOQUE DE SOLUCIÓN

### ■ MÁS CONDICIONES:

- No se puede jugar en forma consecutiva contra los 2 equipos populares (Universidad de Chile y Colo-Colo).
- No se puede jugar en 3 fechas consecutivas contra 3 de los 4 equipos fuertes (Universidad de Chile, Colo-Colo, U. Católica y Cobreloa).
- A lo largo del torneo deben existir aprovechamientos de viajes en visitas a lugares alejados, involucrando las fechas de los miércoles.
- Ningún equipo puede jugar de local las 4 fechas en días miércoles que hay a lo largo del año.
- Un equipo de la zona centro no puede jugar visitas consecutivas domingo-miércoles o miércoles-domingo, una en el norte y otra en el sur (agrupar los equipos en estas 3 zonas).



---

## ENFOQUE DE SOLUCIÓN

### ■ ¿QUÉ SE BUSCA?:

- En el torneo Apertura buscamos maximizar los enfrentamientos entre equipos del mismo grupo hacia el final del campeonato, teniendo en cuenta que se cumplen todas las condiciones pedidas.
- En el torneo Clausura agregamos como partidos “decisivos” a los partidos jugados entre equipos comprometidos por el descenso (Temuco, Deportes Concepción, San Felipe, Melipilla).