

Programación Matemática en el fixture de la Liga de Voley Argentina

Prof. Guillermo Durán

Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile

Trabajo conjunto con Flavia Bonomo, Alejandro Burzyn,
Andrés Cardemil y Javier Marengo

Octubre 2008

AGENDA

- Contexto: La temporada 07/08
- Parejas de equipos
- Condiciones solicitadas
- Objetivo
- Modelo y solución
- Fixture temporada 07/08
- Variantes para la temporada 08/09
- Fixture temporada 08/09
- Resultados
- Trabajo futuro

CONTEXTO: LA TEMPORADA 07/08

- La liga nacional argentina de voleibol de primera división agrupó a 12 equipos profesionales de todo el país, que se enfrentaron en una fase regular seguida de playoffs (series por cuartos de final, semifinales y final). En la fase regular se enfrentaron todos los equipos contra todos, en condición de local y visitante.

LOS EQUIPOS:

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| AVC Azul Voley Club | MIS Misiones Voley |
| BEL Belgrano de Córdoba | NQN Gigantes del Sur |
| BOV DirecTV Bolívar | OSJ Obras Sanitarias |
| CBJ Club A. Boca Juniors | ROS Rosario Sonder |
| CHU Chubut Voley | RPL Club A. River Plate |
| FOR La Unión de Formosa | UPCN Voley de San Juan |

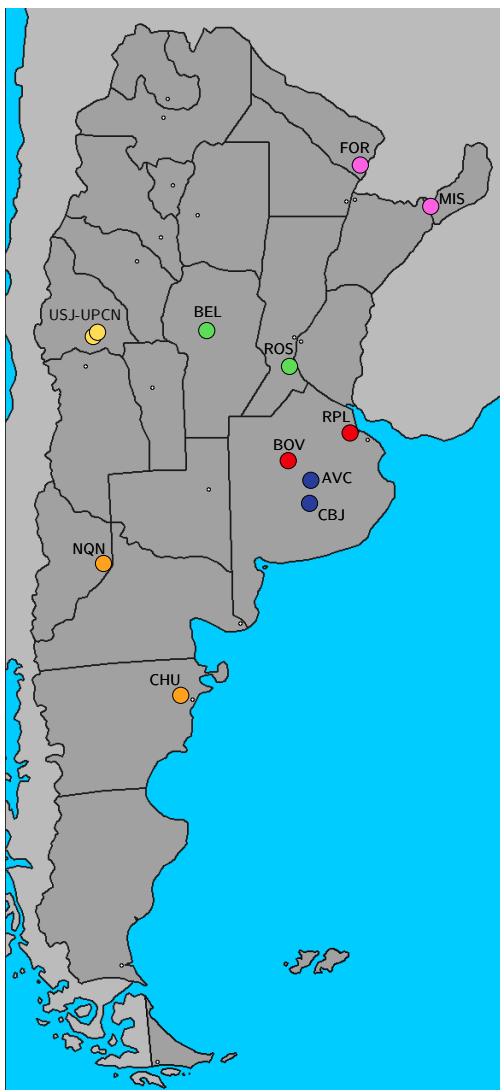
PAREJAS DE EQUIPOS

- Debido a las restricciones de distancia, los 12 equipos están agrupados en 6 parejas, de modo tal que cada pareja reúne a dos equipos geográficamente cercanos.
- La fase regular se juega los jueves y sábados, y estas dos fechas se denominan un weekend.
- En cada weekend se enfrentan los equipos de una pareja con los equipos de otra pareja (dos partidos el jueves y los dos restantes el sábado).

LAS 6 PAREJAS:

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| ROS (Rosario) - BEL (Cordoba) | BOV (Bolivar) - RPL (Buenos Aires) |
| OSJ (San Juan) - UPCN (San Juan) | AVC (Azul) - CBJ (Benito Juarez) |
| MIS (Posadas) - FOR (Formosa) | NQN (Neuquen) - CHU (Trelew) |

PAREJAS DE EQUIPOS TEMPORADA 07/08 (Mapa de Argentina)



CONDICIONES SOLICITADAS

- La fase regular consta de 12 weekends, siendo los weekends 7 al 12 iguales que los weekends 1 al 6 pero invirtiendo las condiciones de localía (es decir, se trata de un fixture espejado).
- Los weekends 1 y 7 juegan los equipos de cada pareja entre sí (y por lo tanto constan de una sola fecha, jugada normalmente el sábado) y se denominan weekends interparejas.
- Adicionalmente, se tienen restricciones en cuanto a las localías de las parejas en los distintos weekends. Por una parte, no se pueden jugar más de dos weekends seguidos de visitante ni de local entre los weekends 2 a 6 y entre los weekends 8 a 12. Por otra parte, se debe jugar al menos un weekend de local entre los weekends 2 y 3.
- Por último, se tienen restricciones de localía para distintos weekends por parte de algunos equipos.

OBJETIVO

- El objetivo de la confección del fixture es obtener un cronograma de partidos que minimice las distancias totales viajadas, cumpliendo con las condiciones solicitadas.
- Este problema es un caso particular del Traveling Tournament Problem (TTP), que es uno de los problemas combinatorios más difíciles planteados en la literatura específica.
- El TTP es el problema “estrella” en el área de *Sports Scheduling*. Fue definido por Easton, Nemhauser y Trick en 2001. Consiste en diseñar un fixture que minimice las distancias recorridas por los equipos participantes de una liga deportiva norteamericana.

MODELO Y SOLUCION

- Para simplificar el problema se consideró a cada pareja como un único equipo localizado en el punto medio entre ambas ciudades.
- El problema se modeló usando técnicas de programación matemática (programación lineal entera) y se resolvió usando un solver para este tipo de problemas (CPLEX).
- Las distancias de viaje que se obtuvieron para cada pareja en el fixture que minimiza la distancia total recorrida fueron las siguientes:
 - OSJ-UPC 9420 km.
 - CHU-NQN 8900 km.
 - FOR-MIS 7620 km.
 - RPL-BOV 6210 km.
 - AVC-CBJ 6000 km.
 - BEL-ROS 5540 km.
 - Total: 43690 km.

FIXTURE PROPUESTO

- El fixture está armado por parejas, indicando qué pareja juega de local y qué pareja juega de visitante en cada weekend.
- El primer weekend es el weekend inter-parejas. Solamente se muestran los primeros 6 weekends, los weekends 7 al 12 son iguales pero invirtiendo las localías (fixture espejado).
- La Asociación de Voley decidió usar este fixture en la Temporada 2007-2008, haciendo una única variación en la localía del Weekend 6 (RPL-BOV como local y BEL-ROS como visitante).

| Weekend 1 | Weekend 2 | | Weekend 3 | | Weekend 4 | | Weekend 5 | | Weekend 6 | |
|-----------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| L/V | LOCAL | VISITA | LOCAL | VISITA | LOCAL | VISITA | LOCAL | VISITA | LOCAL | VISITA |
| FOR-MIS | RPL-BOV | FOR-MIS | FOR-MIS | OSJ-UPC | FOR-MIS | BEL-ROS | CHU-NQN | FOR-MIS | AVC-CBJ | FOR-MIS |
| BEL-ROS | OSJ-UPC | BEL-ROS | BEL-ROS | CHU-NQN | RPL-BOV | CHU-NQN | BEL-ROS | AVC-CBJ | BEL-ROS | RPL-BOV |
| RPL-BOV | CHU-NQN | AVC-CBJ | AVC-CBJ | RPL-BOV | AVC-CBJ | OSJ-UPC | OSJ-UPC | RPL-BOV | CHU-NQN | OSJ-UPC |
| AVC-CBJ | | | | | | | | | | |
| CHU-NQN | | | | | | | | | | |
| OSJ-UPC | | | | | | | | | | |

VARIANTES PARA LA TEMPORADA 08/09

- La temporada 08/09 se jugará con un formato levemente diferente. Antes de la serie regular habrá una fase inicial donde los equipos se agruparán en Zona Norte y Zona Sur (6 equipos en cada una) y jugarán todos contra todos, ida y vuelta, en sus respectivas zonas. Los puntos aquí obtenidos se acumularán para la fase regular.

LOS EQUIPOS DE ESTA TEMPORADA:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| AVC Azul Voley Club | MZA Mendoza Voley |
| BEL Belgrano de Córdoba | NQN Gigantes del Sur |
| BOL Drean Bolívar | OSJ Obras Sanitarias |
| CHU Chubut Voley | PAR Entre Rios Voley |
| FOR La Unión de Formosa | ROS Rosario Sonder |
| LBD Olímpico de Santiago del Estero | UPC Voley de San Juan |

LAS NUEVAS PAREJAS

LAS 6 PAREJAS:

| | |
|---------------------------------|------------------------------|
| MZA (Mendoza) - BEL (Córdoba) | BOL (Bolívar) - AVC (Azul) |
| OSJ (San Juan) - UPC (San Juan) | ROS (Rosario) - PAR (Paraná) |
| LBD (La Banda) - FOR (Formosa) | NQN (Neuquén) - CHU (Trelew) |

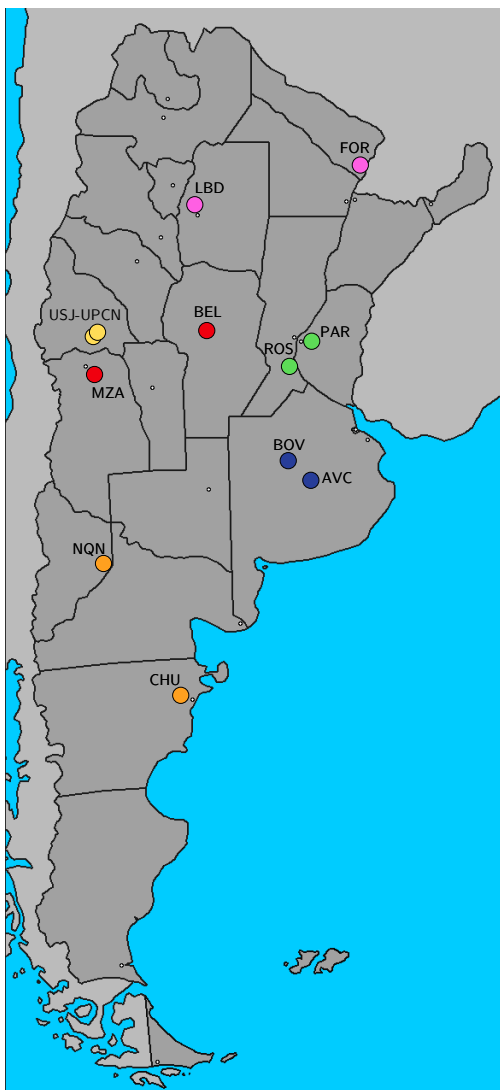
ZONA NORTE:

| |
|---------------------------------|
| MZA (Mendoza) - BEL (Cordoba) |
| OSJ (San Juan) - UPC (San Juan) |
| LBD (La Banda) - FOR (Formosa) |

ZONA SUR:

| |
|------------------------------|
| BOL (Bolívar) - AVC (Azul) |
| ROS (Rosario) - PAR (Paraná) |
| NQN (Neuquén) - CHU (Trelew) |

PAREJAS DE EQUIPOS TEMPORADA 08/09 (Mapa de Argentina)



FIXTURE PROPUESTO Y APROBADO POR LA ACLAV

■ FASE INICIAL

| Weekend 1 | | Weekend 2 | | Weekend 3 | | Weekend 4 | | Weekend 5 | | Weekend 6 | |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| UPC-OSJ | BEL-MZA | UPC-OSJ | FOR-LBD | FOR-LBD | BEL-MZA | FOR-LBD | UPC-OSJ | BEL-MZA | FOR-LBD | BEL-MZA | UPC-OSJ |
| FOR | LBD | MZA | BEL | OSJ | UPC | BEL | MZA | UPC | OSJ | LBD | FOR |

| Weekend 1 | | Weekend 2 | | Weekend 3 | | Weekend 4 | | Weekend 5 | | Weekend 6 | |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| ROS-PAR | BOL-AVC | BOL-AVC | CHU-NQN | ROS-PAR | CHU-NQN | CHU-NQN | BOL-AVC | BOL-AVC | ROS-PAR | CHU-NQN | ROS-PAR |
| NQN | CHU | ROS | PAR | AVC | BOL | PAR | ROS | CHU | NQN | BOL | AVC |

FIXTURE PROPUESTO Y APROBADO POR LA ACLAV

■ FASE REGULAR

| Weekend 1 | Weekend 2 | | Weekend 3 | | Weekend 4 | | Weekend 5 | | Weekend 6 | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| BOL-AVC ROS-PAR BEL-MZA FOR-LBD CHU-NQN UPC-OSJ | BOL-AVC ROS-PAR CHU-NQN | UPC-OSJ FOR-LBD BEL-MZA | FOR-LBD BEL-MZA CHU-NQN | BOL-AVC ROS-PAR UPC-OSJ | BOL-AVC UPC-OSJ FOR-LBD | ROS-PAR BEL-MZA CHU-NQN | BEL-MZA ROS-PAR UPC-OSJ | BOL-AVC CHU-NQN FOR-LBD | CHU-NQN ROS-PAR BEL-MZA | BOL-AVC UPC-OSJ FOR-LBD |

VIAJES (EN KM.) TEMPORADA 08/09: FASE INICIAL Y FASE REGULAR

| | | | |
|-----|------|------|-------|
| BOL | 4068 | | 10626 |
| AVC | 4297 | | 11455 |
| CHU | 4764 | | 10371 |
| NQN | 4412 | | 8822 |
| ROS | 3961 | | 8610 |
| PAR | 4165 | | 8071 |
| BEL | | 4660 | 8164 |
| MZA | | 4868 | 8548 |
| FOR | | 7932 | 10503 |
| LBD | | 5152 | 8972 |
| UPC | | 4510 | 10045 |
| OSJ | | 4510 | 10254 |

| | | |
|-------|-------|--------|
| 25667 | 31632 | 114441 |
|-------|-------|--------|

TRABAJO FUTURO

- Considerar otros objetivos: minimizar la distancia recorrida del que más viaja o minimizar la diferencia entre el que más viaja y el que menos viaja.
- Trabajar con el problema completo (12 equipos) sin parejas. Pero se sabe que esto complica la resolución (el TTP de 12 equipos es un problema difícil según la literatura especializada), aunque podría dar mejores resultados.
- Resolver el problema no espejado, tanto en el caso del problema planteado en este trabajo como en el de las variantes consideradas para el trabajo futuro.