

Tecnologías modernas de gestión para la programación del fútbol chileno

Fútbol, matemática y gestión

Guillermo Durán – Mario Guajardo – Denis Sauré
Departamento de Ingeniería Industrial – Universidad de Chile
Área: Gestión de Operaciones

Resumen ejecutivo:

A partir de 2005 el *fixture* del fútbol chileno es diseñado con un sistema similar al de las principales ligas deportivas de los Estados Unidos. La motivación de la dirigencia del fútbol por incorporar aspectos operacionales, económicos y deportivos a su confección, ha sido materializada por un grupo de académicos del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, mediante el uso de tecnologías modernas de *management*.

1- Introducción

1.1. Motivación

El fútbol es “pasión de multitudes”. Sin embargo, además del elemento emocional que es central a este deporte, su gestión requiere cada vez más de criterios racionales. La actividad se ha visto sometida a una creciente competencia, la que proviene no sólo del fútbol internacional o de otros deportes, sino también de la oferta de nuevas actividades o de la mayor accesibilidad a otras ya existentes, como las compras, el cine, los videos, los videojuegos, Internet, etc. Una situación similar han experimentado los gestores de diversos deportes profesionales en distintos países del mundo.

Este escenario ha contribuido a reducir el interés que despierta el fútbol, lo que se ha traducido en una disminución de sus ingresos. Frente a esta situación, los administradores del fútbol profesional chileno enfrentan la necesidad de aumentar el atractivo del campeonato, para revertir la caída de ingresos, y también para reducir los costos. Una de los instrumentos importantes en ese sentido es la adecuada programación de los partidos a jugarse durante el campeonato. El presente trabajo describe la aplicación de herramientas de programación matemática con ese objetivo.

1.2. El contexto

Cada semestre, 20 equipos profesionales se enfrentan en el marco del campeonato nacional de fútbol de primera división. El campeonato consta de una temporada regular y una serie de *playoffs*. Durante la temporada regular los equipos se enfrentan todos contra todos. Programar cada una de las 19 fechas del campeonato considerando las múltiples cuestiones que se deben tener en cuenta para generar equidad deportiva, beneficios económicos y elementos atractivos es una tarea prácticamente imposible de ser desarrollada en forma manual.

A partir del campeonato de Apertura 2005, la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP) cuenta con el apoyo del Centro de Gestión de Operaciones (CGO) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile para la programación del campeonato (*fixture*). Mediante el uso de un modelo de programación matemática, el grupo de académicos a cargo del proyecto, combina criterios deportivos, operacionales y económicos, para elaborar un *fixture* que cumpla con las exigencias de la ANFP y haga el torneo más atractivo para el público.

El trabajo del CGO se encuadra en un área muy estudiada de la gestión de operaciones, conocida como *sports scheduling*. Este artículo presenta los criterios utilizados para definir la eficiencia de un *fixture* en términos de equidad deportiva, la forma en que consideraciones operacionales y económicas fueron introducidas al proceso de confección y cómo el modelo utilizado, junto a su implementación, dan al proceso una flexibilidad sin precedentes. Además de aumentar el atractivo del campeonato, estos factores en conjunto racionalizan el proceso de confección del *fixture*, haciéndolo más transparente, con la consiguiente aceptación de las dirigencias de los equipos de fútbol.

2- Antecedentes

La primera división del fútbol chileno consta de dos campeonatos por año (Apertura y Clausura), en los que participan 20 equipos. Cada campeonato se divide en dos fases: la temporada regular y los *playoffs*. La temporada regular consta de 19 fechas y los equipos son divididos en 4 grupos de 5 conjuntos cada uno. Cada equipo debe enfrentarse una vez contra cada uno de los 19 restantes. Tanto las fechas calendario en que se debe jugar cada una de las 19 fechas como la composición de los grupos son fijadas de antemano por la ANFP. Al finalizar la fase regular, los dos primeros equipos de cada grupo se clasifican para la fase de *playoffs*, donde se define el campeonato. Este modelo de campeonato ha sido copiado del sistema utilizado en el fútbol mexicano.

Hasta el año 2004 la construcción del *fixture* se hacía mediante el sorteo de equipos a lugares en una plantilla preestablecida, como se hace prácticamente en todos los torneos de fútbol de Sudamérica y Europa. Este sistema permitía encontrar fácilmente *fixtures* de manera manual, pero no consideraba la gran mayoría de las condiciones que se le pueden pedir a un *fixture* para que sea más “eficiente”.

Primero, el *fixture* a confeccionar debe ser “justo” en términos deportivos. Esto es, por ejemplo, que cada equipo juegue en forma balanceada de local o visita frente a los equipos más poderosos, que no juegue de manera consecutiva contra éstos, que juegue 2 partidos de local y 2 partidos de visita contra sus rivales de grupo, etc.

En segundo lugar, consideraciones económicas y operacionales pueden resultar en la generación de mayores ingresos por recaudaciones y en disminución de costos para los equipos. Por ejemplo, dos fechas programadas con poca separación pueden aprovecharse para que un equipo juegue dos partidos de visita consecutivos en zonas cercanas entre sí, pero alejadas de su lugar de origen, ahorrando de este modo un viaje. Otros ejemplos son la fijación de partidos “atractivos” en fechas apropiadas, como lo son las de verano para equipos que juegan de local en las playas más turísticas; la fijación de los partidos “clásicos” o entre equipos del mismo grupo de la medianía del torneo en adelante, cuando las fechas se tornan decisivas y que las localías durante días de semana se encuentren distribuidas equitativamente, considerado que los equipos no desean ser locales en esas fechas debido a la menor asistencia que esto provoca en comparación a jugar un día de fin de semana (la recaudación de un partido va en forma íntegra para el equipo local).

En este sentido, los *fixtures* de campeonatos pasados presentaban numerosas deficiencias en su programación: partidos “clásicos” en fechas inconvenientes, equipos denominados “chicos” enfrentando de visita en un mismo campeonato a todos los equipos más “poderosos”, desbalance en las localías en días miércoles, etc.

Aquí aparece entonces una oportunidad para la gestión de operaciones: bajo estos estándares de “eficiencia” es imposible encontrar “buenos” *fixtures* de forma manual, y por ello se precisa de tecnología de gestión que pueda flexibilizar y automatizar el proceso de confección del *fixture*. Para dar una idea de la complejidad del universo en que se está trabajando, en un torneo de 6 equipos que juegan en una ronda todos contra todos, existen 720 *fixtures* diferentes (aún sin considerar las localías); mientras que en un torneo de 8, las posibilidades ascienden a más de 30 millones. Con 20 equipos participantes, como es nuestro caso, la cifra se torna inimaginable.

El uso de técnicas de *sports scheduling* es novedoso en Sudamérica: sólo se conoce un antecedente similar en el fútbol argentino en el año 1995 (ver E. Dubuc, 1995), pero que no perduró en el tiempo. También en el fútbol europeo aparecen experiencias aisladas (ver T. Bartsch, A. Drexl and S. Kröger, 2006). En cambio, su uso es habitual en los Estados Unidos: las más importantes ligas de básquetbol, béisbol y fútbol americano cuentan dentro de sus organizaciones con equipos de académicos o subcontratan empresas que programan sus campeonatos de manera eficiente (ver, por ejemplo, Bean y Birge, 1980; Henz, 2001).

En el terreno académico, también ha habido en los últimos años un importante crecimiento de la literatura acerca del *sports scheduling*. Existen diversos artículos que proponen métodos para resolver problemas inventados en esta área (ver de Werra, 1981; Easton, Nemhauser y Trick, 2001), o que desarrollan propuestas de aplicaciones, aún no llevadas a la práctica, para torneos reales (ver Costa, 1995; Della Croce y Oliveri, 2006; Schreuder, 1992).

3- ¿Cómo nació el proyecto?

A mediados de 2004, el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile organizó un importante *workshop* en Programación Matemática. Entre los expositores estuvo el destacado académico norteamericano George Nemhauser, quien presentó en una de sus charlas un sistema que habían desarrollado desde una pequeña empresa de Pittsburg para resolver los problemas de calendario de la liga estadounidense de béisbol (MLB). Este sistema, que incorpora *management* y tecnología, acababa de ganar la licitación para hacerse cargo a partir de la temporada 2005 de la programación de esa liga. Asimismo, la propuesta de Nemhauser y sus colegas había desplazado al grupo que durante 24 años había diseñado el *fixture* de la MLB de manera casi artesanal (ver artículos del Pittsburg Business Times, del 12/11/2004, y de Associated Press, del 1/12/2004).

Uno de los principales diarios nacionales publicó una entrevista a Nemhauser, que despertó el interés de los dirigentes de la ANFP por aplicar este tipo de tecnología a la confección del *fixture* del fútbol chileno. Los objetivos: torneos más atractivos, incrementar la afluencia de público, reducir los costos operacionales para los clubes y lograr una mayor equidad económica y deportiva entre equipos grandes y chicos.

Fue así como los dirigentes de la ANFP se contactaron con el Centro de Gestión de Operaciones (CGO) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Después de una serie de conversaciones en las que participaron integrantes del CGO, la ANFP y los clubes, se llegó al acuerdo de que el CGO participaría activamente en la programación del *fixture* del fútbol chileno a partir del torneo de Apertura 2005.

El programa de trabajo contempló varias reuniones en las que se fueron definiendo los criterios de bondad del *fixture* del fútbol nacional, considerando aspectos como el tipo de torneo que se juega en Chile y las particularidades geográficas del país. El resultado de este trabajo conjunto, que duró aproximadamente dos meses, fue la generación de un modelo matemático que incorporaba las condiciones requeridas. Este modelo permitió integrar una serie de consideraciones que no podrían haber sido abarcadas mediante las programaciones manuales de antaño.

El equipo de trabajo estuvo integrado por académicos y alumnos del CGO entre los que se encuentran los autores de este artículo, más el profesor Andrés Weintraub y los estudiantes Jaime Miranda y Sebastián Souyris. La contraparte designada por la ANFP estuvo conformada por el gerente de operaciones Alejandro Carmash y el secretario ejecutivo Felipe Chaigneau.

4- Condiciones consideradas

Entre los criterios de bondad del *fixture* deseado, la concentración de los partidos entre equipos de un mismo grupo hacia las fechas finales del torneo se constituyó en el objetivo principal. Se cuidó además el cumplimiento de varias restricciones, algunas de las cuales son expuestas a continuación:

- **Restricciones básicas de un *fixture*:** Los equipos juegan todos contra todos exactamente una vez, en una de las 19 fechas con que cuenta el torneo; un equipo juega al menos 9 fechas de local y al menos 9 fechas de visita.

- **Restricciones de secuencias de localías y visitas:** Un equipo no puede jugar más de 2 fechas consecutivas como local ni más de 2 fechas consecutivas como visita. Asimismo, un equipo no puede jugar más de una vez una secuencia de dos fechas consecutivas como local ni una secuencia de dos fechas consecutivas como visita.

- **Restricciones geográficas para secuencias doble visitas:** Cuando un equipo del norte¹ (sur²) juega 2 partidos de visita consecutivos, al menos uno de estos partidos será en el norte (sur) y ninguno de estos partidos será en el sur (norte); cuando un equipo del centro³ juega 2 partidos de visita consecutivos, al menos uno de estos partidos será en el centro.

- **Restricciones de equipos populares⁴ y partidos clásicos:** Los clásicos entre los equipos populares se juegan entre las fechas 7 y 16 (inclusive)⁵; cada equipo popular juega de local exactamente un clásico; si un equipo juega de local (visita) contra Colo Colo, entonces juega de visita (local) contra U. de Chile; los clásicos regionales se juegan entre las fechas 8 y 18 (inclusive).

¹ Un equipo se considera del *norte* si juega de local en una ciudad comprendida entre la I y IV Región.

² Un equipo se considera del *sur* si juega de local en una ciudad comprendida entre la VII y XII Región.

³ Un equipo se considera del *centro* si juega de local en una ciudad ubicada en la V, VI o Región Metropolitana.

⁴ El listado de equipos *populares* lo conforman: *Colo Colo*, *U. Católica* y *U. de Chile*.

⁵ Estas cotas podrían variar dependiendo del torneo.

- **Restricción de carácter operacional sobre la disponibilidad de móviles para la televisación de partidos:** Cuando un equipo popular juega en el norte (sur), ninguno de los otros equipos populares puede jugar en el sur (norte).

- **Restricciones de equipos fuertes⁶:** Un equipo no puede jugar 2 partidos consecutivos contra equipos fuertes.

- **Restricción de localías y visitas para los equipos cruzados⁷:** Cuando un equipo de un par cruzado juega de local, el otro equipo del par juega de visita, y viceversa.

- **Restricciones de carácter turístico:** Los equipos que juegan de local en una zona de alta demanda turística juegan de local al menos con un equipo *popular* en las fechas de verano⁸.

La mayoría de las condiciones anteriores ha sido considerada en los tres *fixtures* confeccionados a la fecha y, en particular, todas ellas en el torneo de Apertura 2006. También se han incluido otras restricciones más complejas de explicar o que están asociadas a situaciones coyunturales, como fechas en que un equipo particular no puede hacer de local debido a la no disponibilidad de su estadio o la programación del partido entre equipos que llegan a una final de un torneo en la primera fecha del torneo inmediatamente siguiente, de modo de que el partido pueda ser suspendido y puedan tener una semana de descanso adicional .

Adicionalmente, en los torneos de 2005 en que había fechas a jugarse en días de semana, se consideraron otras condiciones que tenían que ver con beneficios o equidad económica: en el torneo de Apertura, que contaba con una fecha en día miércoles, se pidió que hubiera al menos 3 viajes “buenos”⁹ entre esa fecha y alguna contigua; en el de Clausura, que contaba con 3 fechas en días miércoles, se exigió que cada equipo jugara de local a lo más 2 de esas 3 fechas (recordemos que los equipos prefieren no jugar de local los miércoles porque la concurrencia de público a los estadios disminuye).

5- El modelo matemático

⁶ El listado de equipos *fuertes* lo conforman: *Cobreloa, Colo Colo, U. Católica y U. de Chile*.

⁷ Un par de equipos se denomina *cruzados* si juegan en la misma región y, debido a motivos operacionales (por ejemplo, que hagan de local en el mismo estadio) se ha convenido que jueguen de acuerdo a patrones de localía inversos. Los pares son: *Coquimbo y La Serena, Wanderers y Everton, D. Concepción y U. de Concepción, Colo-Colo y U. de Chile, U. Española y Palestino*.

⁸ Estos equipos son los de la IV y V Regiones: *La Serena, Coquimbo, Everton y Wanderers*; la condición aplica para los torneos de Apertura.

⁹ Un viaje “bueno” se logra cuando un equipo juega de visita dos fechas consecutivas en ciudades de una misma zona y alejadas de su lugar de origen, siendo una de estas fechas en mitad de semana y la otra en el fin de semana inmediatamente anterior o posterior.

Múltiples opciones, definición de variables, restricciones previas: el desafío de un modelo matemático es representar la realidad a través de ciertas fórmulas, del mejor modo posible. En el caso del *fixture*, lo que se usó es un modelo de programación lineal entera, en el que se definen variables (en función de i , j y k) que toman valor 1 cuando el equipo i juega de local contra el equipo j en la fecha k , y 0 en caso contrario. Luego se escriben como restricciones todas las condiciones consensuadas con la contraparte (en este caso la ANFP) como una serie de fórmulas lineales que involucran a estas variables y que representan a un *fixture* válido. En total, algo más de 7000 variables y 3000 restricciones.

Por último, se escribe una medida de calidad, denominada función objetivo, que en este caso consistió en maximizar los enfrentamientos entre equipos del mismo grupo hacia el final del torneo¹⁰, donde suelen ser más atractivos debido a lo decisivos que pueden significar para la clasificación a los *playoffs* (en la jerga futbolística, “partidos de 6 puntos”). Esta medida de calidad es la que permite decidir entre dos *fixtures* válidos, cuál es mejor que otro. El objetivo es encontrar el mejor de todos los *fixtures* válidos, pero en caso de ser muy costoso computacionalmente, se puede aceptar uno “bueno” aunque no se tenga garantía de que sea el óptimo. Pero, ¿qué significa un *fixture* “bueno”? Por ejemplo, para el *fixture* del Apertura 2005 del fútbol chileno se consiguió un *fixture* que, además de cumplir con todas las condiciones pedidas, contemplaba 24 de los 40 enfrentamientos entre equipos del mismo grupo en las últimas 3 fechas, lo que satisfizo plenamente a la ANFP. Más recientemente, para el Apertura 2006, el 100% de los partidos entre equipos de un mismo grupo quedó programado a partir de la fecha 10, y casi el 80% de éstos fueron concentrados entre las fechas 14 y 18 que fueron las consideradas con mayor ponderación en la función objetivo.

Una vez construido el modelo, se resuelve con un software comercial diseñado para este tipo de problemas. En nuestro caso se usó un software denominado Cplex y se ocupó una máquina Pentium IV con procesador de 2,4 Ghz. Aun con el uso de esta tecnología, los primeros intentos de resolución fueron infructíferos y la tarea parecía superar las posibilidades del computador. Es por ello que se incorporó un aspecto adicional en el proceso de optimización, consistente en fijar patrones de localías para los equipos.

Un patrón de localías es una secuencia a asignar a algún equipo que indica los números de las fechas en que este equipo jugará de local. Por ejemplo, ($p1.1, p1.3, \dots, p1.19$) representa el patrón $p1$ que indica que el equipo al cual sea asignado jugará de local las fechas 1,3,...,19. El problema demandó, tras la implementación de esta técnica de resolución que “ayudó” considerablemente al software, un par de horas en ser resuelto.

¹⁰ Específicamente, la función objetivo utilizada contempla una suma ponderada de los partidos entre equipos de un mismo grupo por la fecha en que son jugados. Algunos matices pueden ser incorporados, como por ejemplo se hizo en el torneo de Clausura 2005, en que también se ponderaron los partidos entre equipos que peleaban el descenso o en el torneo de Apertura 2006 para el cual se consideró una menor ponderación para la última fecha en que los grupos suelen ya estar definidos.

6- Conclusiones

La incorporación de la gestión de operaciones a la confección del *fixture* de los campeonatos de 2005 ha servido como una excelente herramienta que comprueba que el uso de tecnologías modernas de gestión pueden ser efectivas también en el campo del deporte para hacer campeonatos más atractivos para el público, y más rentables y justos para los clubes y la ANFP. Las expectativas respecto al Torneo de Apertura 2006 son positivas, teniendo en cuenta que además de los factores considerados en los torneos anteriores, se han integrado factores adicionales como el de facilitar el traslado de los móviles de la televisión mediante la programación de partidos de los equipos populares en lugares cercanos entre sí.

Es difícil cuantificar el impacto directo de esta herramienta en términos monetarios, debido a que muchos factores, que influyen por ejemplo en la concurrencia de público a los estadios, no dependen únicamente de la programación del campeonato.

Sin embargo, otros aspectos son fácilmente observables. Por ejemplo, en ambos torneos de 2004 el clásico entre la Universidad de Chile y Colo-Colo se jugó en la primera fecha, alcanzando una asistencia de unas 26.000 personas en el de Apertura y unas 22.000 personas en el de Clausura. En los torneos de 2005, en cambio, estos encuentros se disputaron en fechas más avanzadas del campeonato, logrando asistencias de más de 45.000 personas y 37.000 personas, respectivamente.

La Tabla 1 muestra la asistencia de público y la recaudación lograda en los clásicos de los torneos de 2004 y 2005. Comparando cada clásico de 2005 con el mismo clásico en 2004 (considerando las mismas localías), se tiene que en todos los de 2005 tanto la asistencia de público como la recaudación fueron mayores. En promedio, la afluencia de público a los clásicos de 2005 se incrementó en 82% respecto a los de 2004 y la recaudación, en un importante 223,5%.

Respecto a los partidos en zonas turísticas, la Tabla 2 muestra un incremento promedio de 40% en el número de asistentes para un mismo partido en la IV Región en 2005 respecto a 2004. En tanto, en la V Región se observa una pequeña disminución en el número de espectadores en dichos partidos, pero a su vez un aumento importante en el pago promedio por entrada.

Es pertinente señalar, en todo caso, que los aspectos cuantitativos de los párrafos anteriores pueden en parte ser explicados por la confección del *fixture*, pero también pueden existir factores exógenos difícilmente controlables que distorsionen la medición, tales como las coyunturas climáticas, actos de violencia de las barras y la conformación de buenos planteles por parte de los clubes (fundamentalmente los de mayor convocatoria).

En el plano cualitativo, un factor que amerita destacar como impacto positivo de la aplicación de nuestro modelo son los criterios mencionados de equidad deportiva: tanto la ANFP como los clubes han expresado su conformidad con la puesta en práctica de los mismos.

También es importante recalcar la transparencia que este tipo de modelos le da al sistema. Una vez definidas (y conocidas por todos) las restricciones consideradas, el modelo matemático las representa y el software genera las posibles soluciones finales, entre las cuales la ANFP puede entonces elegir el *fixture* definitivo. Por otro lado, este modelo también obliga a la ANFP a plantear a los clubes cuáles son los objetivos que se pretenden lograr con la elaboración del *fixture*. De esta forma, se puede llegar a un consenso y se puede idear mecanismos para mejorar la calidad de nuestro fútbol.

Adicionalmente, la incorporación de aspectos que reduzcan los costos de la televisión en el largo plazo podría verse traducida en mayores ingresos para los clubes por el concepto de televisación de partidos.

Por último, vale decir que, a fin de cuentas, el espectáculo del fútbol que cautiva al público es brindado por los jugadores, que logran atraer a más de un millón de personas por año a los estadios de Chile. No cabe duda de que el *management* tiene espacio en el deporte más popular del país: gestión de recursos, gestión en la formación de divisiones inferiores, política de recuperación de los mejores jugadores que se encuentran en el exterior, manejo económico y operacional en los clubes y organizaciones relativas, etc. Quizás el trabajo expuesto en este artículo pueda ser el puntapié inicial para que la gestión y la tecnología entren de lleno en el mundo del fútbol, y así podamos lograr que el balompié chileno pegue el salto de calidad tantas veces reclamado.

Referencias:

Associated Press (1/12/2004), "Husband-wife team out bid alter 24 years"
(<http://sports.espn.go.com/mlb/news/story?id=1936328&CMP=OTC-DT9705204233>)

T. Bartsch, A. Drexler and S. Kröger, "Scheduling the professional soccer leagues of Austria and Germany", *Computers & Operations Research* 33 (7), (2006).

J.C. Bean and J.R. Birge, "Reducing traveling costs and player fatigue in the National Basketball Association", *Interfaces* 10 (1980), 98-102.

D. Costa, "An evolutionary tabu-search algorithm and the NHL scheduling problem", *INFOR* 33 (1995), 161-178.

D. de Werra, "Scheduling in sports", In P. Hansen, editor, "Studies on Graphs and Discrete Programming", 381-395, Elsevier Science, 1981.

F. Della Croce and D. Oliveri, "Scheduling the Italian Football League: an ILP-based approach", Computers & Operations Research 33 (7), (2006).

E. Dubuc, comunicación personal (1995).

K. Easton, G. Nemhauser and M. Trick, "The traveling tournament problem: description and benchmarks", In Proceedings of the 7th. International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming, 580-584, Paphos, 2001.

M. Henz, "Scheduling a major college basketball conference-revisited", Operations Research 49 (2001),163-168.

Pittsburg Business Times (12/11/2004), "Striking it BIG: Local firm lands Major League Baseball scheduling contract"
(http://www.bizjournals.com/industries/sports_business/general/2004/11/15/pittsburgh_story7.html).

J. A. M. Schreuder, "Combinatorial aspects of construction of competition Dutch professional football leagues", Discrete Applied Mathematics 35 (1992), 301-312.

Datos de los autores:

- Guillermo Durán

Licenciado en Matemática y Doctor en Computación de la Universidad de Buenos Aires. Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Su área de especialización es la Optimización Combinatoria y la Gestión de Operaciones. Tiene diversos artículos publicados en revistas internacionales indexadas del área. Ha trabajado en proyectos relacionados a Logística y Programación Matemática. Coordinador del proyecto 2005-2006 de la confección del *fixture* del fútbol chileno mediante programación matemática.

- Mario Guajardo

Egresado de Ingeniería Industrial y Magíster (c) en Gestión de Operaciones de la Universidad de Chile. Estudios parciales en Sauder School of Business, University of British Columbia, Canadá. Ha trabajado como asistente de investigación en Gestión de Operaciones en temas aplicados de Logística, Programación Matemática y Modelos Estocásticos. Programador del proyecto 2005-2006 (torneos Clausura 2005 y Apertura 2006) de la confección del *fixture* del fútbol chileno mediante programación matemática.

- Denis Sauré

Ingeniero Civil Industrial y Magíster en Gestión de Operaciones de la Universidad de Chile. Estudiante del programa de doctorado de *Operations, Risk and Management* de la Escuela de Negocios de la Universidad de Columbia en New York. Ha trabajado como profesor part-time y asistente de investigación en proyectos relacionados a Logística, Programación Matemática y Opciones Reales. Programador del proyecto 2005-2006 (torneos Apertura y Clausura 2005) de la confección del *fixture* del fútbol chileno mediante programación matemática.