

- (h) Despertar la conciencia pública sobre la escasez de los recursos de agua y sobre los planes de gestión del gobierno.

## Referencias

- ABU ZEID, M., 1985: *Irrigation in Egypt—Present and Future*. Eighth Seminar of the Regional Commission on Land and Water Use in Cyprus.
- ABU ZEID, M. and A. K. Biswas, 1990: Impacts of Agriculture on Water Quality. *Water International*, 15.

ABU ZEID, M., 1990: Some Technical and Economical Considerations on Irrigation Water Pricing. *Water Science Magazine*, 7.

ABU ZEID, M. and M. A. Rady, 1991: *Egypt's Water Resource Management and Policies*. World Bank Report.

HEFNY, K., 1985: *Groundwater Planning Projects in Egypt*. II World Congress on Engineering and Environment, New Delhi, India.

HEFNY, K., 1991: Planning for Groundwater Development of Nubian Sandstone Aquifer for Sustainable Agriculture. *Water Science Magazine*. 10th special issue.

\*\*\*

# EL PROYECTO DE LOS MONTES SNOWY Y SU FUTURO EN EL CONTEXTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE AUSTRALIA

Por ALLAN HALL\*

## Introducción

Australia es el continente más seco del mundo; su zona interior tiene unos recursos hídricos muy limitados y la amenaza de la sequía está siempre presente.

Desde los primeros días, la búsqueda de un abastecimiento de agua adecuado y fiable ha tenido una prioridad aún mayor que la búsqueda de oro. Sin agua no puede haber vida de ningún tipo. Para realizar los sueños iniciales de nuevos avances agrícolas e industriales en Australia eran necesarias enormes reservas de agua. A la vez que los primeros exploradores atravesaban el territorio, pudieron evaluar las posibilidades del país a partir de la cantidad de agua disponible para los cultivos y la ganadería.

Cuando los colonos europeos exploraron por vez primera los Montes Snowy, en 1835, se dieron cuenta rápidamente de que allí

existía un enorme abastecimiento potencial de agua para el riego, la mayor parte de la cual desaguaba en el mar sin ser utilizada. Fue en aquellos primeros días cuando se echaron las raíces de lo que ahora es el amplio Proyecto de los Montes Snowy. Durante la mayor parte del año, la configuración del tiempo que prevalece en Australia produce flujos del este procedentes del Océano Índico. Los Montes Snowy, que se elevan en algunos lugares por encima de los 2 000 m, proporcionan una barrera natural y gran parte de la humedad contenida en las nubes frontales cae en forma de lluvia o de nieve. En consecuencia, sobre esta zona aparece una precipitación relativamente fiable de unos 1 600 mm de promedio anual. Esto representa casi cuatro veces el valor medio de todo el continente australiano.

Alguno de los más conocidos ríos de Australia (el Murray, el Murrumbidgee, el Snowy y el Tumut) nacen en los Montes Snowy y corren y se precipitan a través de abruptos valles hasta las llanuras inferiores. Algunos de

\* Jefatura Hidroeléctrica de los Montes Snowy, Cooma, Nueva Gales del Sur, Australia.

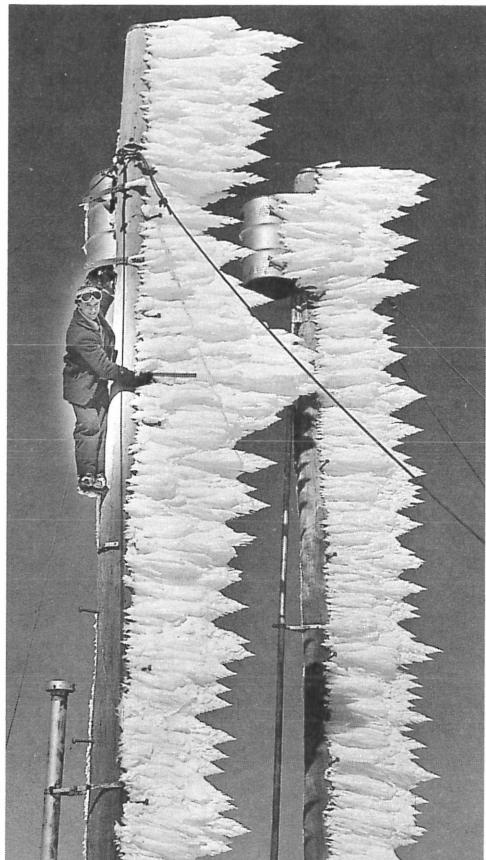
estos ríos fluyen, de forma natural, en dirección oeste, alimentando a los sistemas fluviales del Murray y del Murrumbidgee, pero otros, como el Snowy, corren originalmente, y poco explotados, hacia el mar, al sur.

Las extensas sequías de los años 80 hicieron que los ganaderos de Nueva Gales del Sur mirasen hacia los picos cubiertos de nieve y comenzasen a hablar seriamente de desviar los ríos de montaña. El interés fue disminuyendo según fueron sucediendo a los años de sequía otros mejores, pero no pasó mucho tiempo antes de que las posibilidades de la zona de los Montes Snowy volvieran a ser examinadas por otra razón: la ubicación para una nueva capital nacional.

En 1908, el ímpetu favorable a crear una capital nacional había reunido el impulso suficiente para comenzar de inmediato la búsqueda de un lugar adecuado. En 1911, se había seleccionado el territorio para una nueva capital: Canberra. A ello siguieron distintas propuestas. Alguna trataba de si el río Snowy era apropiado para generar energía hidroeléctrica y otras sobre la posibilidad de desviar su curso con fines de irrigación. Hasta 1944, al final de la segunda guerra mundial, no se inició el proyecto de doble utilidad, para el riego y para la energía eléctrica.

En 1947, se formó un comité técnico conjunto entre la Commonwealth y el gobierno del Estado para estudiar los posibles usos del río Snowy. Como resultado de las recomendaciones de este comité, el gobierno de la Commonwealth aprobó, en 1949, el Acta de la Energía Hidroeléctrica de los Montes Snowy.

Esta acta creó la Jefatura Hidroeléctrica de los Montes Snowy, organización que investigaría, diseñaría y elaboraría un proyecto con la doble finalidad de proporcionar energía para las grandes ciudades y agua para las zonas de regadío. En 1959, la legislación federal finalmente fue secundada por un acuerdo, aprobado por legislación conjunta y promulgado en los parlamentos federal, de Nueva Gales del Sur y de Victoria. El acuerdo trataba principalmente de la financiación del proyecto, del control de su operación y su mantenimiento y de la disponibilidad de agua para el riego. El fundamento conceptual del proyecto era el de explotar plenamente los recursos hídricos de la zona de los Montes Snowy, para producir electricidad y, al mismo tiempo, desviar el río Snowy tierra adentro



Un hidrógrafo trabajando con vientos fuertes en una estación de la zona de Kosciusko

Foto: Snowy Mountains Hydro-Electric Authority

hacia las llanuras occidentales para irrigar los valles del Murray y del Murrumbidgee.

### Investigación y diseño

Los Montes Snowy forman parte de la Gran Cordillera Divisoria que se extiende 3 000 km a lo largo de la costa este de Australia, desde el centro de Victoria hasta el cabo York, al norte de Queensland. Están situados entre los 35° y los 33° de latitud sur, 150 km hacia el interior y alcanzan una altura de más de 2 000 m; presentan en la zona oriental mesetas de suave pendiente pero su zona occidental está formada por escarpados precipicios que descienden abruptamente hacia las planicies inferiores.

La topografía de la región no ofrece el perfil dentado que se asocia, usualmente, a las cadenas de montañas jóvenes, tales como el

Himalaya o los Alpes europeos. La mayoría de las laderas de los Montes Snowy están cubiertas de tierra y hay grandes mesetas y zonas pantanosas, de las que unos 200 km<sup>2</sup> están por encima de los 1 800 m y otros 1 200 km<sup>2</sup> por encima de los 1 500 m. En la zona se halla el monte Kosciusko, el cual, con 2 200 m, es la cumbre más alta de Australia, aunque el monte Jagungal, con 2 062 m, es más conocido.

Como en todas las grandes ideas, el pensamiento que hay detrás del proyecto de los Montes Snowy es muy sencillo. Mediante la desviación de las cabeceras de los ríos Snowy, Eucumbene y Murrumbidgee hacia el oeste a través de la cadena montañosa, se puede conseguir agua adicional y aumentar la productividad de las zonas de regadío del Murray y del Murrumbidgee. Si bien el objetivo del proyecto fue siempre desviar el agua para regar, los ingenieros eran muy conscientes del potencial que suponía para producir energía hidroeléctrica.

La investigación y el diseño de los trabajos fueron realizados por el propio personal de la Jefatura Hidroeléctrica de los Montes Snowy, con la cooperación inicial de la Agencia de Recuperación de Tierras de los EE.UU. En conjunto, el proyecto se dividió en dos secciones: en el norte, el proyecto Snowy-Tumut y en el sur el proyecto Snowy-Murray. Ambos estaban conectados por túneles al embalse principal de regulación del proyecto, el lago Eucumbene.

## Construcción del Proyecto

La construcción del Proyecto de los Montes Snowy se llevó a cabo a lo largo de un período de 25 años, de 1949 a 1974. Se le reconoce como una de las grandes maravillas de la ingeniería del mundo moderno y es uno de los mayores proyectos de ingeniería emprendidos en la historia de Australia. Se distingue además por ser uno de los proyectos hídricos mundiales más complejos, con más finalidades y de mayor número de embalses.

El Proyecto comprende una superficie de 3 200 km<sup>2</sup> y tiene 80 km de acueductos, 140 km de túneles y 16 grandes embalses, de los cuales el del lago Eucumbene tiene una capacidad de almacenamiento de nueve veces el volumen del puerto de Sydney. Tiene siete centrales eléctricas, dos de ellas subterráneas, y una estación de bombeo; la potencia total de la planta generadora es de 3 470 MW, esto es,

un 17,8 por ciento de la que producen todas las centrales térmicas e hidroeléctricas instaladas en Nueva Gales del Sur y Victoria. Además, hay cientos de kilómetros de tendido eléctrico que enlazan el Proyecto con los usuarios de Nueva Gales del Sur, Victoria y el Territorio de la Capital de Australia (TCA). Una vez empleada para producir electricidad, el agua, ya sin energía, pasa a las cuencas de los ríos Murrumbidgee y Murray para fines de riego.

## Proyecto Snowy-Murray

El proyecto Snowy-Murray supone desviar el río Snowy, mediante un sistema de túneles que atraviesa las montañas, hasta el embalse Geehi y, desde aquí, hasta el río Swampy Plains, afluente del río Murray. En su paso a través del sistema de túneles, las aguas desviadas tienen una caída de 820 m, generando 1 500 MW en las centrales eléctricas Murray 1 y Murray 2.

En la central de Guthega, se genera una energía adicional a partir del rápido descenso del agua desde el curso alto del río Snowy, en el lado este de la cordillera, antes de alcanzar el sistema principal de túneles en Island Bend.

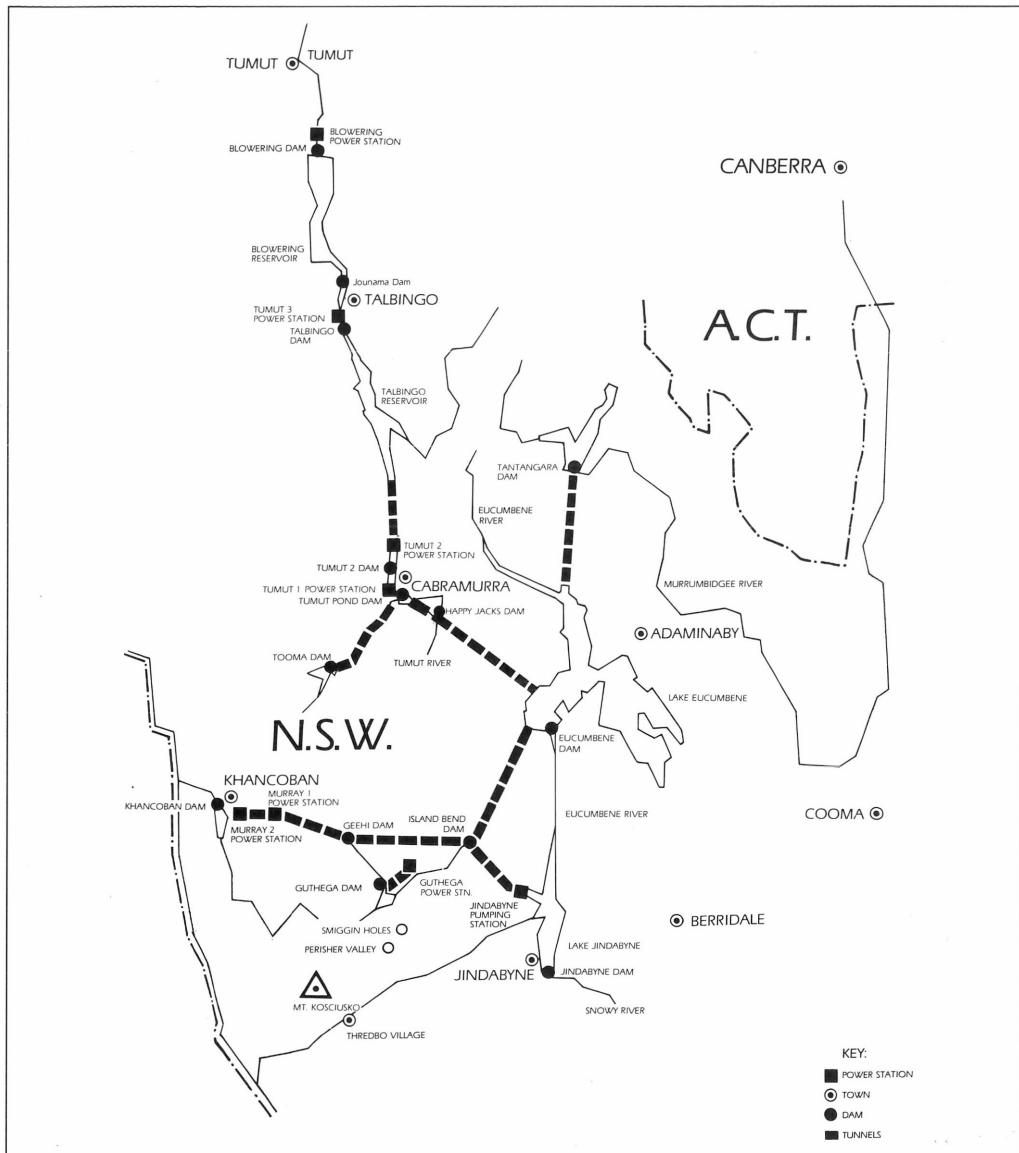
Una parte esencial de este proyecto es el túnel reversible que une al río Snowy con el lago Eucumbene. Cuando el caudal de los ríos Snowy y Geehi supera las demandas de las centrales hidroeléctricas del Murray, el agua que va desde el río Snowy hacia Island Bend se desvía a través de este túnel para su almacenamiento en el lago Eucumbene.

Cuando los caudales de los ríos Snowy y Geehi son bajos, se les añade por el mismo túnel el agua almacenada en el lago Eucumbene y mediante el sistema de túneles que atraviesa las montañas se conduce a las centrales hidroeléctricas del Murray.

Se suministra agua adicional al túnel que atraviesa las montañas en Island Bend, mediante el proyecto Jindabyne, que bombea, desde el lago Jindabyne, la escorrentía procedente de la cuenca del Snowy aguas abajo, en Island Bend. El proyecto Snowy-Murray proporciona anualmente  $980.10^6$  m<sup>3</sup> de agua adicional, a través del embalse Hume, hacia el río Murray para regar su valle. La potencia total instalada en las centrales de Guthega, Murray 1 y Murray 2 es 1 560 MW.

## Proyecto Snowy-Tumut

El proyecto Nevado-Tumut se basa en desviar



El Proyecto de los Montes Snowy

los ríos Eucumbene, Murrumbidgee superior y Tooma hacia el río Tumut y en el conjunto de las aguas de estos cuatro ríos, para generar electricidad en cuatro centrales (Tumut 1, Tumut 2, Tumut 3 y Blowering) en su caída de 800 m, antes de verter al Tumut y, desde aquí, al Murrumbidgee. La Jefatura Hidroeléctrica de los Montes Snowy diseñó y construyó la presa de Blowering para el estado de Nueva Gales del Sur, el cual es responsable del funcionamiento del embalse de Blowering.

El sistema de túneles que atraviesan las montañas incluye al túnel que une el lago Eucumbene con el embalse de Tumut. La función usual del túnel es desviar el agua, a través de la Gran Cordillera Divisoria, desde el lago Eucumbene hasta el río Tumut pero, durante los períodos de caudal alto en los ríos Tumut y Tooma, el agua excedente de la necesaria para el funcionamiento de las centrales eléctricas en el valle de Tumut, se desvía en sentido contrario a través del túnel,

para su almacenamiento en el lago Eucumbene.

La potencia total instalada en las centrales hidroeléctricas de Tumut 1, Tumut 2, Tumut 3 y Blowering, es de 2 180 MW. Esta parte del proyecto proporciona anualmente  $1\ 380.10^6$  m<sup>3</sup> de agua adicional al río Murrumbidgee.

Gracias al proyecto de los Montes Snowy, la producción por riego ha aumentado en zonas nuevas del valle del Murrumbidgee.

### Hidrología y regulación del agua

Cuando en 1949 se creó la Jefatura Hidroeléctrica de los Montes Snowy, se disponía de unos 45 años de datos de caudales procedentes de las estaciones base situadas en los principales ríos que nacen en la zona de los Montes Snowy. Sin embargo, se disponía de pocos registros de los caudales de pequeñas corrientes de estas montañas y fue necesario recurrir a estimaciones de la escorrentía en las altitudes mayores hasta que se establecieran correlaciones adecuadas a partir de las estaciones de medida construidas en esa zona por la Jefatura Hidroeléctrica de los Montes Snowy.

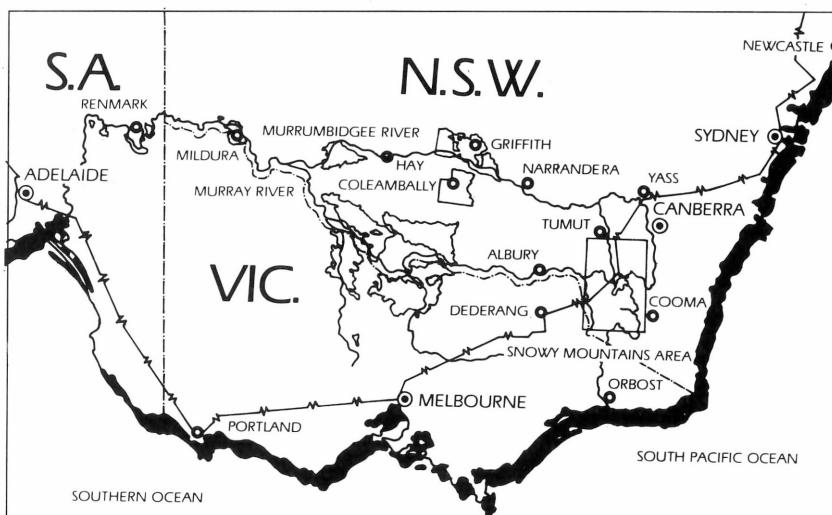
Durante la fase de investigación y diseño del proyecto, la Jefatura creó y explotó una extensa red hidrológica, de unas 122 estaciones de medida del caudal, 75 meteorológicas, 42 pluviográficas y 59 nivométricas. Ahora, dentro de la fase

operativa del proyecto, han sido reducidas a 22, 10, 12 y 14, respectivamente.

La ejecución del proyecto de los Montes Snowy ha permitido desviar hacia el interior una cantidad media anual de  $1\ 130.10^6$  m<sup>3</sup> de agua. Aunque esta cantidad es significativa, aún son de mayor importancia los grandes embalses del proyecto (siendo el principal el lago Eucumbene, con  $4\ 367.10^6$  m<sup>3</sup>) que aseguran que, considerando las sequías más extremas registradas, los logros del proyecto no serán menores del 85 por ciento del promedio. Esto se traduce en fijar los vertidos mínimos anuales desde la central hidroeléctrica de Murray 1, en  $1\ 026.10^6$  m<sup>3</sup>. El almacenamiento total activo del proyecto ha sido bien utilizado, alcanzando un máximo del 99 por ciento en 1975 y un mínimo del 18 por ciento en 1983.

### Capacidad de los canales aguas abajo

Pueden producirse fluctuaciones rápidas en las descargas de agua en las centrales hidroeléctricas en las horas punta de producción. En la central de Tumut 3 puede haber descargas rápidas de hasta  $1\ 130.10^6$  m<sup>3</sup> · seg<sup>-1</sup>, y tales descargas pueden ser recogidas inmediatamente, a través de la presa de Jounama. También puede ocurrir que, si el embalse de Blowering estuviera lleno, una gran descarga desde Tumut 3 sería trasmisida rápidamente a través del embalse de



El proyecto de los Montes Nevados proporciona electricidad a Victoria, Nueva Gales del Sur y al Territorio de la capital australiana y agua a las zonas de riego del Murray y del Murrumbidgee

Blowering, ocasionando una importante inundación en la ciudad de Tumut.

En consecuencia, se ha dispuesto lo necesario para mantener vacía una parte del embalse de Blowering con el fin de reducir el tiempo durante el cual Blowering esté lleno. Con el fin de mantener esa parte vacía, se hacen, desde el embalse de Blowering, descargas de agua a un ritmo que supera la capacidad del cauce del río Tumut inferior. Durante épocas muy lluviosas esa parte vacía de reserva puede llenarse y entonces es necesario restringir la actuación de la central Tumut 3 y limitar las descargas de la presa de Jounama a la capacidad del cauce del río Tumut o al caudal natural de entrada.

Un importante problema asociado a la desviación de agua hacia el interior, es la capacidad limitada de los cauces del río desde unos 80 km inmediatamente por debajo de los principales desagües del proyecto. Se ha realizado en el río una gran cantidad de obras de mejora, para obtener unas capacidades adecuadas del cauce. En algunos casos fue necesario adquirir propiedades anegadas o pagar indemnizaciones por las inundaciones.

El acuerdo contemplaba que se realizarían obras para regular las fluctuaciones diarias aguas abajo de las centrales situadas en el río Murray. La regulación de las descargas está garantizada por el almacenamiento de  $22.10^6$  m<sup>3</sup> de agua de la presa de Khancoban. Las salidas de la presa de Khancoban se han modificado hasta el ritmo prescrito, con el doble propósito de minimizar la erosión y prevenir cambios repentinos en los niveles del río. Esas descargas están restringidas también por la mayor de las dos cantidades siguientes: o la capacidad del cauce o el caudal natural de entrada. Lo último precisa de un control cuidadoso de la generación de energía y de los rebosaderos y compuertas de regulación de la presa de Khancoban durante las inundaciones.

## Riego

Uno de los principales conceptos del proyecto era proporcionar embalses aguas abajo, para regular los vertidos de agua para el riego, lo cual da flexibilidad a la producción de electricidad durante los meses de invierno. La regulación de los vertidos con fines de irrigación se consiguió construyendo un embalse de  $1.630.10^6$  m<sup>3</sup> de capacidad en el río Tumut, en Blowering, y aumentando la

capacidad de almacenamiento del embalse, ya existente, de Hume. Estos embalses están a cargo del Departamento de Recursos Hídricos de Nueva Gales del Sur y de la Comisión de la Cuenca Murray-Darling, respectivamente. La instalación de estos embalses aguas abajo, junto con la regulación del agua en el proyecto, representaron unos incrementos de un 100 por ciento y de un 60 por ciento en el agua disponible en los valles del Murrumbidgee y del Murray, respectivamente, respecto a la situación anterior a la ejecución del proyecto.

La importancia de las descargas de agua del proyecto de los Montes Snowy durante los períodos de sequía se hace patente por la contribución del río Snowy a los recursos hídricos del río Murray, que va desde un 5 por ciento los años normales hasta un 34 por ciento durante los períodos secos. La disponibilidad de estos suministros de agua ha reducido el constante temor a las sequías y ha permitido hacer planes para las cuencas del interior, que son conocidas por sus escasos recursos de agua y por las grandes fluctuaciones de su escorrentía.

## Funcionamiento del proyecto

Una vez finalizadas las instalaciones, el acuerdo contempla que el funcionamiento y el mantenimiento del proyecto de los Montes Snowy queden bajo el control del Consejo de los Montes Snowy, el cual está formado por ocho miembros, dos nombrados por cada una de las instituciones siguientes: el gobierno federal, la Jefatura Hidroeléctrica de los Montes Snowy y los estados de Nueva Gales del Sur y Victoria. Los actuales miembros estatales del Consejo son representantes de las autoridades de la electricidad y de las aguas. Las obligaciones del Consejo son dirigir y controlar el funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones para el control de las aguas y la producción de electricidad y asignar las cargas a las centrales generadoras.

Aunque sea necesario que la Jefatura notifique las cantidades específicas mensuales de electricidad a producir y, por lo tanto, de agua a emplear, el acuerdo permite también flexibilidad en los vertidos para la producción de electricidad siempre que no se vean perjudicados los intereses de ninguna de las partes del acuerdo ni de sus respectivos representados. El Consejo también toma resoluciones respecto a la disponibilidad de

fijar unos vertidos mínimos anuales por las centrales de Tumut 1 y Murray 1, si fuera necesario, de forma que no se perjudique a los intereses de los regantes.

El objetivo del proyecto es optimizar el empleo de las aguas disponibles para la producción de electricidad e irrigación, dentro de sus limitaciones legales y físicas. Esto se consigue mediante una serie de planes operativos entrelazados, que abarcan varios períodos cronológicos y que toman en consideración la disponibilidad del agua, las variaciones del caudal, las necesidades para la electricidad y para el empleo en regadío, el mantenimiento, las limitaciones de las inundaciones, las limitaciones hidráulicas del sistema de transferencia y las autorizaciones legales. Los programas operativos son preparados por comités que representan los intereses eléctricos e hídricos, junto con la Jefatura de los Montes Snowy, para someterlos a la consideración del Consejo.

Se llevan a cabo estudios a largo plazo (10 años) en relación con los planes y necesidades futuros de los sistemas eléctrico y de regadío. Estos estudios se han empleado para estimar el valor de la reserva almacenada que se usará en caso de sequías, las variaciones de la distribución estacional y la parte que es necesario dejar vacía en el embalse de Blowering. Cada año se prepara un plan anual que establece los límites generales de funcionamiento para los 12 meses siguientes, y presta especial atención a las restricciones operativas específicas que podrían surgir durante el período. El plan operativo anual generalmente menciona la cantidad total concreta de agua que se podrá utilizar durante el año sin tener que notificarlo al Consejo de los Montes Snowy.

Dentro de los límites establecidos por el plan anual, se realiza una coordinación más detallada a intervalos mensuales y trimestrales conjuntamente con los usuarios de la electricidad y del agua de riego, empleando estimaciones de las necesidades mensuales. Con el fin de dar continuidad al proceso, se emplea un programa informático para simular el funcionamiento del proyecto durante un período de 12 meses. Cada mes, se imprimen unas 80 variables incluyendo los volúmenes de almacenamiento, las entradas de caudal, las cantidades desviadas, y las cantidades dedicadas a producir electricidad y las cantidades bombeadas. Se hacen estudios,

por separado para secuencias de caudales de entrada bajos, medios y altos, en combinación con las estimaciones máximas o mínimas más probables de las necesidades de agua para producir electricidad y para el riego. Se utiliza un resumen de ochenta y cinco años de datos de caudales de entrada para proporcionar secuencias estadísticas mensuales que van desde el mínimo hasta el máximo registrados, expresadas en deciles.

Dado que la regulación aguas abajo está garantizada por los embalses de Hume y Blowering, no es necesario considerar las necesidades de irrigación en las operaciones diarias. Las operaciones previstas para los picos en la demanda de electricidad, precisan ser extremadamente flexibles, y se han preparado programas semanales y diarios, con la misma estructura de los programas mensuales. Los programas semanales sirven como base para determinar las desviaciones, los bombeos y otras descargas que precisan considerar un ciclo de funcionamiento semanal. En los programas diarios, el funcionamiento está únicamente limitado por restricciones físicas o por instrucciones permanentes que afectan a la capacidad.

El control total del funcionamiento de las instalaciones hidráulicas y eléctricas del Proyecto de los Montes Snowy se realiza a través del Centro de Control de los Montes Snowy. Los datos que son teletransmitidos o enviados al Centro de cualquier otra manera incluyen los niveles de los embalses principales, las aperturas de compuertas, las entradas de caudal, los datos meteorológicos y los niveles de potencial eléctrico y otros datos operativos eléctricos pertinentes. Las operaciones físicas se realizan en cuatro centros regionales de control, desde los que se manejan las plantas de generación y bombeo, mediante control remoto, al igual que se hace con algunas de las principales compuertas de control hidráulico.

Las predicciones meteorológicas tienen un papel importante en la estructura cronológica diaria y semanal. Una previsión a cuatro días permite hacer una estimación de las demandas futuras de electricidad.

Apoyada en las predicciones diarias (incluidas las intensidades esperadas de precipitación para la evaluación de las probables entradas de caudal) la información meteorológica permite la manipulación de



Medidas en los Montes Snowy—El proyecto de los Montes Snowy obtiene de la nieve aproximadamente la cuarta parte de sus reservas de agua.

niveles a corto plazo en las entradas de la turbina para optimizar la generación y satisfacer los probables picos en las demandas. Actualmente, se utilizan las predicciones estacionales del tiempo para ayudar a afinar los planes operativos mensuales y trimestrales. Normalmente, las descargas de agua para producir electricidad son suficientes para satisfacer las necesidades de la irrigación. Puesto que éstas se abastecen a través de los grandes depósitos, las predicciones meteorológicas estacionales son las que tienen más peso para prever las descargas futuras para la irrigación a partir del proyecto.

### El futuro del proyecto

Al estar en cabeza de la tecnología moderna, el proyecto de los Montes Snowy puede suministrar parte de la electricidad de

Australia al menor coste. La nueva tecnología ha mejorado notablemente la productividad del proyecto:

- Un sistema digital de microondas, capaz de transmitir por teléfono, radio y datos de ordenador, proporciona las vías vitales de comunicación con los emplazamientos lejanos;
- Nuevos sistemas de protección y control ofrecen nuevos niveles de seguridad;
- Un nuevo sistema informatizado para la adquisición de datos y para el control vigila y gobierna el nivel del agua y la distribución de energía, logrando eficacias operativas sustanciales;
- Un nuevo sistema de ordenador central ha mejorado la gestión diaria del proyecto;

- En octubre de 1991, comenzó un importante proyecto de renovación que asegurará que la duración de las turbinas generadoras del proyecto se extienda hasta la primera mitad del siglo XXI.

Mediante el proyecto, se han desarrollado casi totalmente las posibilidades energéticas de la región de los Montes Snowy, aunque se puede aumentar la producción de energía mediante un programa de intensificación de la precipitación que tenga éxito. Hay posibilidades de pequeños desarrollos minihidráulicos y de rotores de turbina más eficaces, cuando éstos sean reemplazados durante los trabajos de renovación en el futuro. También serán viables en el futuro el proyecto de bombeo y almacenamiento de Yarrangobilly, que utilizará los grandes embalses existentes de Tantangara y Talbingo y un proyecto de bombeo y almacenamiento que utilizará el embalse de Tooma, ya existente. La duplicación del túnel de Eucumbene-Geehi aumentará en el futuro la potencia de las centrales eléctricas del Murray.

Se puede obtener una regulación mejor de los sistemas fluviales del interior en los cursos superiores de los ríos Murray y Murrumbidgee. Aunque los embalses adicionales aguas abajo del proyecto de los Montes Snowy darían mayor flexibilidad a la producción de electricidad, la construcción de otro embalse tendría que prestar la debida consideración a la capacidad del cauce aguas abajo.

Entre las posibles ampliaciones y expansiones del proyecto antes citadas, la más atractiva en el actual clima económico es la intensificación de la precipitación. Después de

dos años de investigación atmosférica, durante el invierno 1988/1989, y del diseño detallado de un programa experimental de siete años de duración, realizado por el investigador jefe, Dr. J. Warburton del Instituto de Investigación del Desierto, Universidad de Nevada, el grupo de trabajo sobre meteorología del Consejo de los Montes Snowy ha preparado una "Declaración sobre el impacto medioambiental". Se espera lograr la aprobación medioambiental a tiempo para comenzar los preparativos del experimento en julio de 1992 y hacer pruebas de siembra de nubes empleando yoduro de plata, lanzado por 16 generadores en tierra, durante el invierno austral de 1993. A esto le seguirá un experimento de siembra aleatoria, durante cinco años, mediante el cual se utilizarán dos de cada tres de las 15 a 20 oportunidades invernales favorables para la siembra.

El experimento busca aumentar la precipitación en forma de nieve hasta un 10 por ciento adicional, durante la estación invernal. Basada en la investigación atmosférica realizada hasta la fecha, la estimación actual es de unos  $140.10^6 \text{ m}^3$  más (un 6 por ciento adicional) en los almacenamientos del proyecto. Aunque se están examinando las implicaciones medioambientales del aumento, se cree que este aumento, relativamente pequeño, no tendrá ningún efecto significativo en el Parque Nacional Kosciusko, que comprende la mayoría de la zona de las cuencas del proyecto. Las variaciones estacionales en los Montes Snowy son grandes en comparación con los valores mundiales normales y pueden llegar hasta el 300 por ciento.

\*\*\*