

EDUCACION CONTINUADA

BASE DE DESARROLLO



Eugenio Retamal Schäfer, Ingeniero de IDIEM.

La educación continuada es la clave para el desarrollo de los países. Incluso, para aquellos que lo han logrado plenamente y que desean seguir estando como líderes en la tecnología, en la producción y en el desarrollo de nuevas técnicas y productos. Chile, es una nación que lucha por superar el estancamiento. De ahí que existe una necesidad imperiosa de implantar un sistema de educación continuada, permanente, de puesta al día de sus profesionales, en las diversas áreas tecnológicas y científicas. La universidad juega en este aspecto un papel primordial y no debe eludir su responsabilidad, afirmó el ingeniero Eugenio Retamal Schäfer, de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

El profesor hizo estas aseveraciones en parte de un discurso que pronunció Eugenio Retamal en la clausura de un curso intensivo desarrollado en el Embalse de Convento Viejo, a unos 170 km al sur de Santiago y a unos 15 km al sur poniente de Chimbarongo. Dicho entrenamiento en terreno, como él lo definió, fue realizado para el personal de la Dirección de Riego, del Ministerio de Obras Públicas. Tuvo una duración de tres semanas y asistió personal técnico e ingenieros de todas las reparticiones que la Dirección tiene a lo largo del país. Las clases fueron impartidas por 16 profesores de nuestra Facultad, algunos de los cuales desempeñan también servicios en ENDESA.

Esta ha sido una experiencia realmente interesante en lo que respecta a las inquietudes de la Facultad sobre la educación continua, tanto para los alumnos como para nosotros, los profesores. Los participantes lo tomaron con mucho entusiasmo y seriedad. Había personas de diferentes nivel universitario: ingenieros, constructores civiles y técnicos. Asistieron a un curso intensivo en el que las materias, las preguntas las pruebas, las demostraciones eran iguales para todos. Hubo participantes que hicieron este curso con gran esfuerzo y los resultados finales fueron halagüeños, porque se

versitarios, terminó la etapa de aprendizaje, lo que constituye un error. Recién, en estricto rigor, comienza una vida de estudios. Ya en 1216, Santo Domingo de Guzman así lo señalaba, puntualizó. Lo mismo sucede ahora, si no se perfeccionan los conocimientos que se van generando, un profesional queda anticuado. El intercambio de experiencias entre los que están trabajando y la Universidad, que debe estar al día en los avances tecnológicos, es algo sumamente útil y beneficioso no tanto sólo para la Corporación y para los profesionales, sino que también para el país. Eso es lo que



Sistema de Regadio Embalse Convento Viejo, 6^a Región.

hizo una prueba bastante dura, tipo test y el rendimiento de los alumnos fue bueno.

Para Eugenio Retamal existe necesidad de entrenar a la gente en mejor forma. La educación continuada es algo que no se puede eludir, dejar de lado, porque el título de ingeniero o de cualquier otra profesión tiene una vigencia temporal. Un título de ingeniero no sé cuánto puede durar, pero creo que ni siquiera un decenio, si no se renuevan los conocimientos. La gente cree que cuando finaliza sus estudios uni-

configura la Educación Continuada y esa es la clave de desarrollo.

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, afirmó Eugenio Retamal, debe tomar conciencia de la responsabilidad que le cabe en el logro del desarrollo nacional. Debe si es necesario, derribar un poco el muro que la rodea. Esta Facultad ha sido tradicionalmente la Facultad de Ingeniería, como tal debe mantenerse. Hay una tendencia al academicismo, a un academicismo un poco de salón, algo desvinculado de la

realidad nacional, la que aporta no tan sólo ejemplos para clases, sino que muchas veces temas susceptibles de investigar, de generar trabajo de investigación, de constituirse a buscar soluciones a los problemas, a establecer causas de ciertos problemas, a hacer aportes a la ingeniería nacional. De ahí dijo, creo que es aconsejable un cambio de actitud. Es absolutamente necesario, porque no es un cambio a una actitud nueva, sino que volver a una posición que tradicional e históricamente tuvo la Facultad. No significa descuidar las ciencias puras, — acotó — sino que poner énfasis en la ingeniería.

La Facultad — añadió Eugenio Retamal — tiene muchos valores que están dispersos en el quehacer de los Departamentos. El curso que recién finalizó permitió que se lograra un conocimiento más profundo de las personas. Por ejemplo, a un profesor que trabaja en el Departamento de Obras Civiles o en el Departamento de Geofísica, uno lo conoce, pero lo conoce en forma superficial, sabe como se llama, donde trabaja, que está haciendo a grosso modo, pero no conoce a la persona, no conoce el detalle, sino que superficialmente su campo de trabajo. Entonces creo que el enfrentar tareas comunes como ha sucedido en este curso, ha permitido apreciar que la labor individual de los académicos de la Facultad, se puede engranar para hacer un producto común, como son los cursos destinados a profesionales que deben renovar sus conocimientos. El curso ha sido una experiencia importantísima. Yo diría que si se hicieran esfuerzos y se aprovechara la "capacidad instalada" de cada persona se podrían alcanzar grandes logros. Se podría tal vez establecer en forma permanente estos cursos de educación continuada en las áreas de la ingeniería, los que serían muy beneficiosos para el desarrollo del país y, muy particularmente para la ingeniería nacional.

Materia

Las materias que se impartieron a los funcionarios de la Dirección de Riego de

Ministerios de Obras Públicas, que tiene a su cargo la inspección y la supervigilancia de la construcción de embalses y otras obras similares fueron: Geología General, Geología Aplicada, Hidráulica, Hidrometría, Aguas Subterráneas, Exploraciones del Suelo, Formación, clasificación y relaciones entre fases, Compactación y Tratamiento del suelo, Mecánica de Rocas, Inyecciones, Geofísica, Dinámica de Suelos, Instrumentación y aspectos químicos de aguas y suelos.

Todas las materias anteriormente enunciadas contaron con material de apoyo al editarse apuntes de alrededor de 1.500 páginas. Se hicieron, además, demostraciones, ejercicios de laboratorio e incluso IDIEM, transportó hasta Convento Viejo desde Santiago una sonda para sacar muestras de suelo.

El buen resultado de este primer curso dejó una puerta abierta para la materialización de otros futuros. Produjo tal impacto esta primera experiencia de entrenamiento en terreno del personal que muchas otras Direcciones del Ministerio de Obras Públicas, han solicitado el concurso de la Facultad para que se dicten nuevos programas de ésta índole. Demostración de ello, es que a los pocos días de haberse concluido las actividades en Convento Viejo, se inició aquí, en la capital, un programa de charlas e instrucción práctica de perfeccionamiento en el Servicio Nacional de Obras Sanitarias, SENDOS, perteneciente a dicho Ministerio en el que participaron investigadores del IDIEM y al que asistieron los jefes regionales del Departamento de Construcción.

Embalses

Chile debería ser un país de embalses, porque tiene el estanke elevado que es la Cordillera de los Andes, tiene materiales para su construcción y de bajo costo relativo. La situación contrasta con Brasil, país en que la grava y la roca es escasa en gran parte de sus zonas centrales y costeras. En nuestro país gran parte del agua que se acumula por lluvias o que proviene de

precipitaciones nivales se pierden por falta de obras.

La importancia que dan los países a la construcción de embalses, es significativa. El agua acumulada en estas obras es de vital importancia, por cuanto proporcionan a la población seguridad en cuanto al abastecimiento de agua potable, de riego a los agricultores, de electricidad a la industria y al particular. También, en menor escala estos embalses con sus respectivas presas se utilizan como lugar de esparcimiento y son útiles para el desarrollo de la piscicultura, etc.

Diría, — afirmó, Eugenio Retamal — que el proyecto y la construcción de embalses en nuestro país tiene un futuro muy grande, debe tenerlo por varias razones: una, Chile necesita producir alimentos, reforzar su producción de alimentos y desarrollar más su agricultura, en un mundo cada vez más poblado y con mayores problemas energéticos. Por eso Chile necesita tener sistemas de regadío, necesita regar sus tierras. Además, agregó, una parte importante de las aguas de la Cordillera, se pierde, existiendo tierras susceptibles de ser regadas. Otra razón, es la crisis energética que hace aconsejable que se aproveche al máximo los abundantes recursos naturales hídricos en nuestro país. También es importante la existencia de embalses dadas nuestras características geográficas y nuestra geología. Como había señalado anteriormente, Brasil es un país de embalses, pese a tener dificultades en cuanto al material que se debe emplear en su construcción y al alto valor que la grava y la roca tienen en esa nación, lo que no sucede en Chile, ya que contamos prácticamente con todos los materiales que se deben utilizar en la construcción de muros de tierra para los embalses. Esos elementos están por lo general, dentro una área reducida cercana a la obra. Es relativamente sencillo, entonces, encontrar los materiales que están a distancias pequeñas siendo su acarreo relativamente económico. La providencia ha sido magnánima con nosotros ya que nos ha entregado recursos naturales que en términos simples se en-

cuentran botados y es un crimen no aprovecharlos.

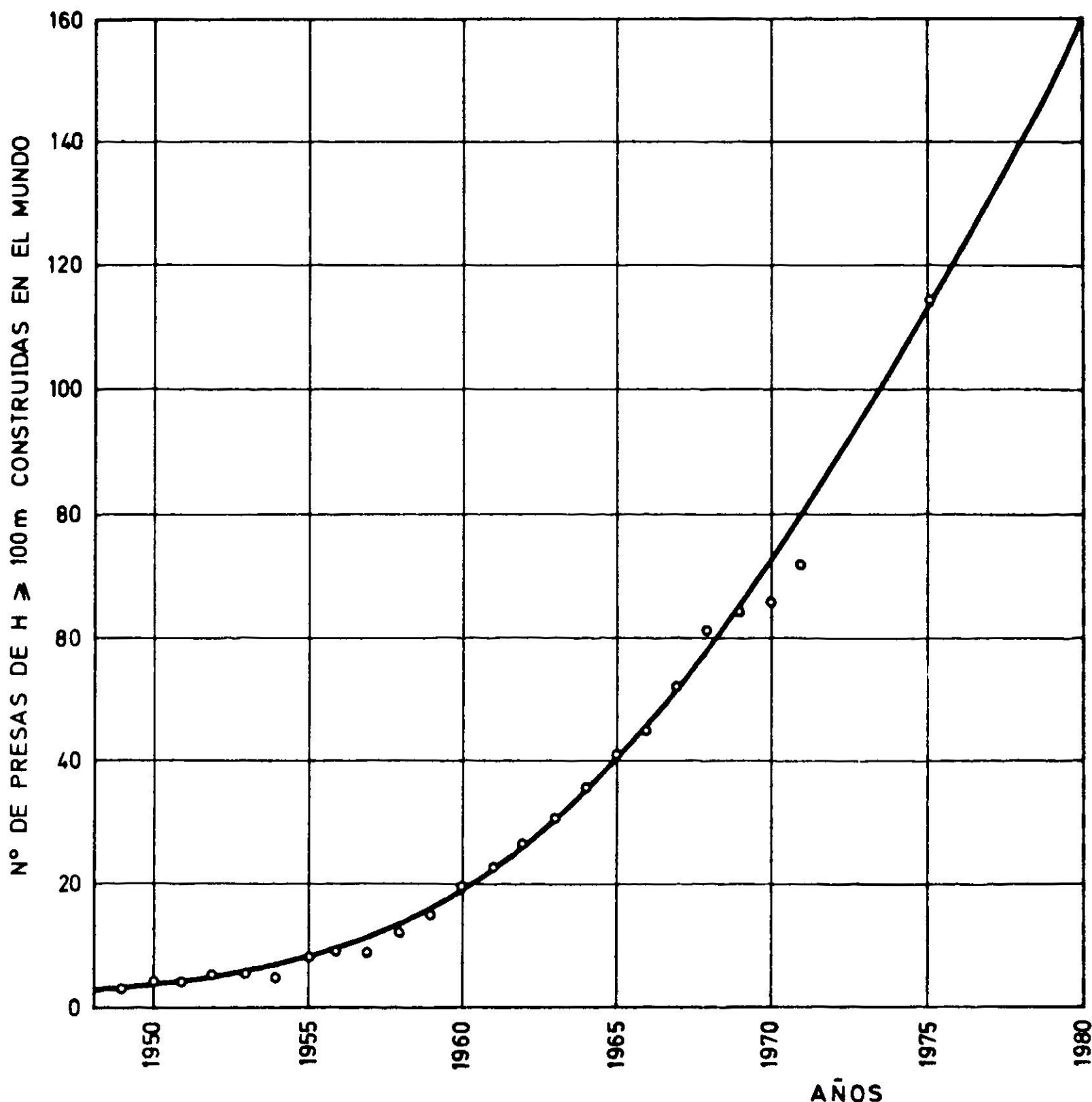
Historia de los Embalses

La historia de los embalses se pierde en el tiempo. Las primeras noticias históricas que se tienen es respecto al embalse de Marduk, el que fue construido sobre el Río Tigris en Babilonia miles de años antes de Cristo. La presa misma estuvo funcionando hasta el siglo XIII, en el cual se destruyó. Después hay antecedentes de otras presas construidas con anterioridad a nuestra era, especialmente en Irán, Siria y Egipto. Posteriormente, en el tiempo de los Romanos se hicieron presas hasta alturas cercanas a 25 m, preferencialmente en España y al Norte de Africa. En la Edad Media, se produjo una fuerte baja en la construcción de presas, trasladándose la construcción de ellas a Japón, China, India. Algunas de estas presas existentes en la Edad Media se encuentran funcionando actualmente. Un caso tal vez extraordinario es el de la represa Daimonike, en Japón, que tiene una altura de 22 m y fue construída en 1128. Siguiendo con la historia, el centro de actividades regresó nuevamente a Europa en el siglo XV y hasta el siglo XIX se construyó un número relativamente reducido de pequeñas presas, especialmente en los países más mediterráneos como España y Francia. Ninguna de ellas sobrepasó los 40 m de altura. A mediados del siglo pasado debido a la revolución industrial que empezó a afectar al mundo, al crecimiento de la población y a problemas de diversos tipos, hubo un incremento bastante fuerte en la construcción de presas especialmente en los EE.UU, Inglaterra y México. Se emplearon técnicas nuevas, con obras un poco mejores que las anteriores, pero, al entrar a hacer construcciones mayores se produjeron también grandes fracasos y catástrofes, incluso en algunas obras menores. Precisamente, debido a las pérdidas humanas y materiales

provocadas por las fallas en las presas, apareció en circulación un cuento que relata la historia de un niño de las presas de Holanda. El pequeño colocaba su dedo en las grietas, en las fisuras donde pasaba el agua para evitar su colapso. En 1901, por ejemplo, el Consejo de Consultores de New York, de las Obras de Abastecimiento de Agua para dicha ciudad, concluyó que no era aconsejable construir tranques de tierra de más de 25 m de altura: fue una sesuda declaración. Fue calificado como insano construir presas de más de 20 m de altura. Esa declaración contrasta con las alturas de las presas hoy en día. La situación

prosiguió de 1901 a 1940 con un lento desarrollo continuo en la técnica de construcción de presas, pero tal vez a partir de 1940 se inició una verdadera revolución en las técnicas de diseño y construcción contrastando con el predominante empirismo antes del siglo XX. Se pasa no sólo a realizar mejoras en los aspectos básicos referentes por ejemplo a la estabilidad de los taludes sino también a desarrollar técnicas mucho más sofisticadas de construcción, especialmente por la disponibilidad de equipo mecánico-motorizado y se comienza entonces, a colocar rellenos compactados, a disponer de filtros en las presas, a estudiar

PRESAS DE TIERRA Y ENROCADO DE $H \geq 100$ m



Se ha supuesto que lo que estaba proyectado en 1971 estaría terminado en 1980.

los fenómenos de erosión y de piping, (esto último consiste en un fenómeno de erosión subterránea retrógrada). El agua al circular y filtrarse arrastra sedimentos finos y se va produciendo una especie de tubería que retrocede y se ensancha, se erosiona, que termina en un caudal creciente de agua que produce rápidamente un colapso de la obra. A partir de 1940, empieza una aceleración tremenda en la construcción de presas en el mundo y culmina hoy con alturas que superan los 300 m como un embalse con un muro de 317 m existente en la Unión Soviética (Presa de Nurek).

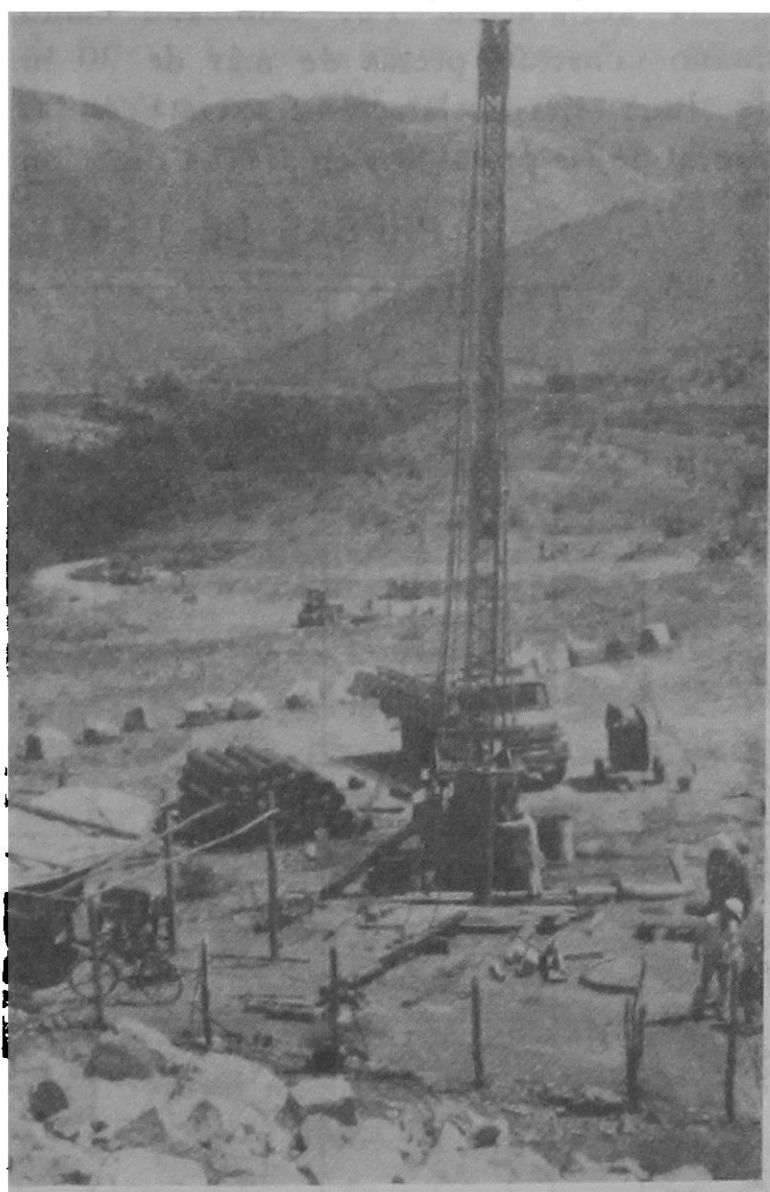
El resurgimiento, la toma de conciencia y la importancia que revisten las presas y embalses, se debe a la labor muchas veces callada de algunos hombres como es el caso de Karl Terzaghi, conocido como el padre de la Mecánica de Suelos que en 1925, publicó su libro en Alemán "Erdbau-mechanik" y a muchos otros que lo siguieron.

Esa es la historia, muy resumida por supuesto. La situación en Chile respecto a la construcción de presas es un poco más tardía si se quiere, tal vez un límite inicial sea mediados del siglo pasado con la presa de Catapilco, que tiene 14 m de altura y que todavía está en funcionamiento. La presa es homogénea y tiene un muro con una sección uniforme de un mismo material; no tiene filtro.

Chile tiene alrededor de 60 presas de altura superior a 10 m y ninguna supera los 100 m. Nuestra presa más alta alcanza a 90 m y corresponde a la del Embalse Paloma, ubicado al oriente de Ovalle. Cabe señalar que en los EE.UU sólo entre 1960 y 1969 se construyeron cerca de 2000 presas y en Japón cerca de 400 en el mismo período. Por otra parte en estos últimos años el ritmo de construcción de estas obras ha aumentado considerablemente.

Eugenio Retamal manifestó que desgraciadamente en Chile no hay una conciencia muy clara de la importancia de los embalses, quizás las causas se deban a la mala valoración de lo que significa perder el agua que se acumula por las lluvias o por las precipitaciones nivales; asimismo-agregó-falta

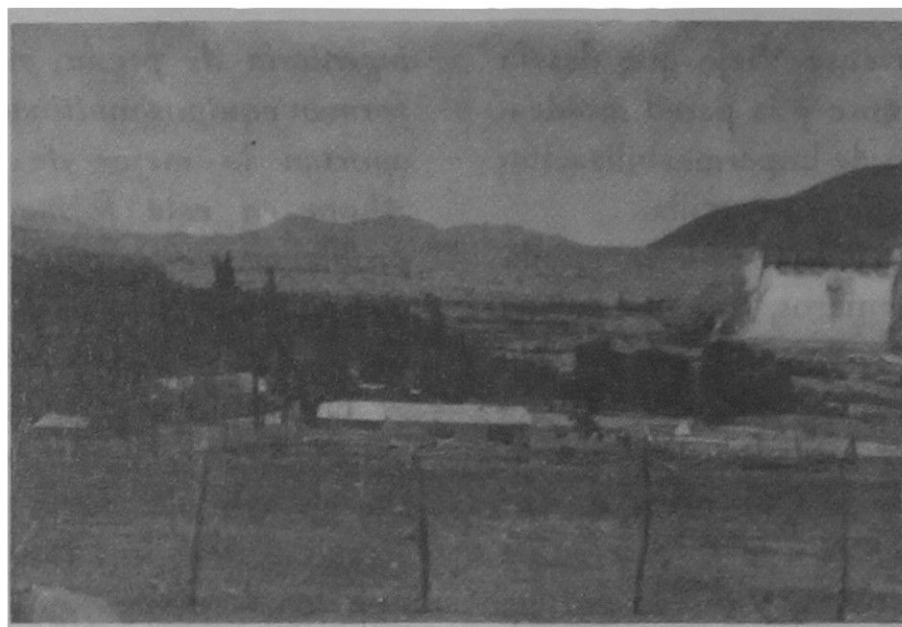
una política continuada y audaz para realizar la construcción masiva de embalses. Tal vez no hay buena capacidad de comprender los pronósticos e implicaciones de los problemas que afectan al mundo, especialmente los concernientes a la energía y la alimentación. No obstante han existido épocas en que Chile se ha dado una relativa importancia a los servicios que prestan los embalses. Cabe recordar que en los años 1937 - 1938 nuestro país llegó a tener



Sondaje en la ladera derecha del Embalse Paloma.

una de las presas más altas del mundo, que fue la de Cogoti, con una altura de 83 m. Ha faltado una planificación y organización del desarrollo estableciendo con nitidez áreas prioritarias.

Si nos remontamos en el tiempo, en la época de la conquista de Chile, los agricultores tenían una capacidad empresarial tremendamente grande. El Canal San Carlos por ejemplo, empezó prácticamente con la llegada de los españoles al territorio. Estos, comprendiendo la necesidad de contar con



Vista panorámica del muro y vertedero en funcionamiento, Embalse Paloma.

agua para regadío, concibieron el proyecto de traer agua del Río Maipo. Se inauguró finalmente el mencionado canal en 1820 aproximadamente, muriendo en su construcción unas 2.000 personas. En la época llevaban a los presos encadenados y a otras personas en trabajos de semi-esclavos. No había personaje importante de aquellos tiempos que no deseara terminar el Canal San Carlos, con diversos trazados. En la actualidad es necesario afrontar todas las tareas de diseño y construcción de presas y embalses, con un espíritu muy audaz porque es uno de los pilares fundamentales para alcanzar niveles altos de desarrollo. Si tuviéramos una capacidad de almacenar agua suficiente, tendríamos independencia por varios años en cuanto a las condiciones climáticas.

La Dirección de Riego tiene una larga y hermosa historia de esfuerzos y dedicación, pero no siempre ha contado con los medios para poder concretar el anhelo de dotar al país de estas obras necesarias y urgentes. Chile cuenta con elementos (gravas, arcillas, arenas, rocas, etc.), personal idóneo para abordar exitosamente los proyectos y la construcción de grandes presas. Sin embargo, han fallado los medios económicos para realizar estas obras de gran envergadura, ya que cuesta entre 30 a 300 millones de dólares la construcción de un embalse mediano a grande, según el caso particular de que se trate.

Proyectos

La Dirección de Riego tiene una serie de proyectos para la construcción de presas y embalses. Aproximadamente en uno a dos años más entrará en pleno funcionamiento el Embalse Aromos, ubicado cerca de Con-Cón. Se está construyendo para atender las necesidades de agua potable de Valparaíso, Viña del Mar y zonas adyacentes.

Por otra parte, y entre otros, se encuentra en proyecto el Embalse Los Angeles ubicado en los valles de Ligua y Petorca que pretende utilizar aguas que actualmente se pierden de la Cuenca del Aconcagua, formando parte de un complejo cuyo pilar o parte fundamental sería Puntilla del Viento en el Aconcagua mismo. Cabe hacer notar que la provincia de Petorca cuenta actualmente con una superficie total física de 437.237Ha de las cuales, sólo un 3.9% es de riego; 5.6% de secano arable y un 90.5% de secano no arable. La provincia de Petorca que incluye las comunas de Petorca, Cabildo, La Ligua, Papudo y Zapallar, podría aumentar considerablemente su producción agrícola si contase con un embalse que proporcione riego a todas las zonas medias y bajas de los valles de La Ligua y Petorca, incluyendo la zona costera de Catapilco y Papudo.

En las cercanías de Santiago se estudia la factibilidad de construcción del embalse Pirque.

Actualmente, está construida la ataguía

del embalse de Convento Viejo que desvía las aguas temporalmente y la pared moldeada que es una cortina de impermeabilización subterránea de hormigón con arcilla.

La Dirección de Riego está integrada por destacados Ingenieros, la cual tiene muchos otros proyectos que deben ser evaluados por la Comisión Nacional de Riego y ODEPLAN. Cabe destacar, señaló, Eugenio Retamal, que en este tipo de obras es casi una tradición mundial ir a la formación de grandes grupos de estudios y diseño porque en un embalse intervienen muchas disciplinas de la ingeniería. Son obras que requieren de múltiples especialidades y de un alto grado de seguridad para evitar en la forma más económica y razonable posible un eventual colapso, ya que los daños materiales y las pérdidas de vidas humanas que significaría, esto último, obliga a que se integren esfuerzos no sólo de chilenos sino también con especialistas del mundo. En ingeniería afirmo Eugenio Retamal, y sobre todo en

ingeniería de presas, no hay fronteras. Se forman equipos multinacionales técnicos que aportan lo mejor de cada uno de ellos. Ahora en esta forma es posible abordar problemas sumamente complejos, al aprovechar la experiencia de gente que ha participado en grandes obras de este tipo.

Eugenio Retamal enfatizó su inquietud respecto a la necesidad de que se inicie un sistema de educación continuada. La Facultad tiene una responsabilidad y cuenta con los recursos humanos; debe tener una mayor participación en las actividades de la ingeniería chilena a nivel institucional como Facultad, con un énfasis en la ingeniería práctica y sus múltiples disciplinas. También las autoridades gubernamentales deben utilizar la capacidad de creación de los chilenos, en especial a la ingeniería civil nacional. Debe existir una mayor consideración de la capacidad de la ingeniería chilena para obtener grandes logros en el desarrollo del país.

