POTENCIAL Y DESARROLLO HIDROELÉCTRICO ARGENTINO

Guillermo V. Malinow

Ingeniero Civil Hidráulico, UBA
Buenos Aires, Argentina, junio de 2013
gmalinow3@gmail.com

PROLOGO

Podría afirmarse que una matriz eléctrica que incluya una proporción de fuentes de energía adecuada a las disponibilidades de recursos naturales del país permite una mejor planificación de la producción y mejora la gestión del sistema eléctrico. Contar con un 40% de generación hidráulica parece un supuesto de trabajo razonable para así fortalecer la seguridad energética por la consecuente reducción de la dependencia que al presente se tiene de los combustibles líquidos.

El Sector Hidroeléctrico Argentino, por diversas causas, ha sufrido un retroceso en los últimos tiempos, situación que se origina como consecuencia de las decisiones adoptadas a principios de la década del '90 del siglo XX, cuando se concesionó la explotación de las centrales hidroeléctricas ejecutadas por el Estado Nacional, sin tomar las previsiones necesarias para la ampliación del sistema de generación hidroeléctrica. Entonces se pretendió transferir al sector privado las decisiones vinculadas con incorporación de nuevos proyectos hidroeléctricos, pero en la práctica se concluye que ninguno de los concesionarios se interesó por la ejecución de tales aprovechamientos.

Al presente se estaría en un momento clave para retomar el desarrollo del Sector Hidroeléctrico por haber consenso sobre el enorme potencial que presentan para el país las energías renovables. Puede afirmarse que el crecimiento de la demanda de energía eléctrica en los últimos 20 años (1993-2012) registró una tasa media del 4,33% anual acumulado, con períodos intercalados próximos al 6% de crecimiento medio.

Considerando tasas medias de crecimiento de la demanda entre 4% y 6% anual acumulado y admitiendo un 40% de participación de fuentes hídricas en la matriz eléctrica, en las próximas dos décadas el país necesitaría contar con una oferta hídrica que provea entre 51.800 GWh/año y 93.600 GWh/año de energía media anual y entre 11.400 MW y 20.600 MW de potencia hidráulica.

Como se verá más adelante, concretar un plan de obras hidroeléctricas que cumplan ese cometido implicará para Argentina un esfuerzo técnico, económico, financiero y de gestión mayúsculo, que obliga a tratar el tema cuanto antes y dentro de una planificación energética global de largo plazo.

De materializarse ello sin dudas redundará en un positivo efecto macroeconómico con un fuerte impacto en la economía del país y de la región donde se implanten los proyectos, por la incorporación de nuevas fuentes de trabajo con gran demanda de insumos de origen nacional, personal técnico calificado y mano de obra intensiva.

INDICE

1. ARGUMENTOS A FAVOR DE LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

2.- IMPACTOS ADVERSOS ADJUDICADOS A LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS

2.1 POSIBLES IMPACTOS SOCIALES

2.2 IMPACTOS AMBIENTALES MENCIONADOS

2.3 ARGUMENTOS DE LOS OPOSITORES A LA CONSTRUCCION DE PRESAS

2.4 VISION SOCIOAMBIENTAL DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE GRANDES PRESAS - ICOLD

2.5 ALGUNOS MITOS SOBRE IMPACTOS ADJUDICADOS COMO ADVERSOS

2.5.1 LOS EMBALSES EMITEN GASES DE EFECTO INVERNADERO

2.5.2 LOS RIBEREÑOS AGUAS ABAJO DE LAS PRESAS SE INUNDAN MAS QUE ANTES

2.6 EL DILEMA ES CÓMO SUPERAR LA CONFRONTACIÓN

2.6.1 DEBATE ABIERTO SOBRE EL TEMA EN ARGENTINA

3. STATUS JURÍDICO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

4. SITUACIÓN DEL SECTOR HIDROELÉCTRICO ARGENTINO

4.1 APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS CONCESIONADOS POR EL ESTADO NACIONAL ARGENTINO

4.2 INCORPORACION DE OFERTA HIDROELETRICA EN EL ÚLTIMO TIEMPO

5. LA MATRIZ ELECTRICA ARGENTINA

6. POSIBLE DEMANDA DE ENERGIA HIDRAULICA PARA EL AÑO 2030

7. PROYECTOS EN CARTERA PARA UNA OFERTA HIDROELECTRICA

7.1 LICITACIONES DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS EN MARCHA

8. COSTEO DE LAS OBRAS Y FORMAS DE FINANCIAMIENTO

8.1 APROPIACION DE LOS COSTOS

8.2 FORMAS POSIBLES DE FINANCIAMIENTO

8.2.1 MODELOS ADOPTADOS PARA IMPLEMENTAR LOS PROYECTOS

9. PROPUESTA SOBRE LA CREACIÓN DE UNA AGENCIA NACIONAL DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

9.1 MISIONES A CUBRIR POR LA AGENCIA

9.2 ACCIONES DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO NECESARIAS DE IMPLEMENTAR

9.2.1 PARA EL CORTO PLAZO

9.2.2 PARA EL MEDIANO PLAZO

9.2.3 PARA EL LARGO PLAZO

10. IMPACTOS DEBIDOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ARGENTINA

10.1 TENDENCIAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS

10.2 CASOS TESTIGO DE IMPACTOS OBSERVADOS: AUMENTO DE APORTES HÍDRICOS Y MAYOR OCURRENCIA DE TORMENTAS EXTREMAS

10.2.1 SUSTANCIAL AUMENTO DE APORTES HIDRICOS. CASO: CUENCA DEL RIO SALI - DULCE

10.2.2 INCERTIDUMBRE EN LA ESTIMACIÓN DE CRECIDAS. CASO: CUENCA DEL RÍO NEUQUÉN

10.3 IMPACTOS ESPERABLES EN EL SIGLO XXI: REDUCCIÓN DE LAS CANTIDADES ESPERADAS DE HIDROENERGÍA

10.4 CONSECUENCIAS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA EXISTENTE

10.4.1 RESPECTO A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELECTRICA

10.4.2 RESPECTO A LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS Y EL MANEJO DE LOS EMBALSES

11. DOCUMENTOS REFERENCIALES

1.- ARGUMENTOS A FAVOR DE LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

Los aprovechamientos hidroeléctricos constituyen emprendimientos multipropósito, además de la generación eléctrica pueden brindar otros beneficios, tales como: proveer agua para consumo humano, industrial y para riego, permitir el control de inundaciones, resolver problemas de navegación fluvial, revalorizar las tierras anegables privadas y fiscales, constituir en una nueva fuente de trabajo motorizando la inmigración de recursos humanos, y ofrecer oportunidades de turismo y recreación, entre los principales.

Se mencionan a continuación algunas razones que los representantes de más de 170 países, tanto en la Conferencia de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002) como en el Tercer Foro Mundial del Agua (Kyoto, 2003), consensuadas sobre la generación hidroeléctrica:

- ***Es una fuente renovable de energía***. La hidroelectricidad aprovecha la energía del agua de los ríos para producir electricidad sin reducir la cantidad de la misma. Por este motivo todos los emprendimientos hidroeléctricos, de pequeño o gran porte, de pasada o de almacenamiento, se encuadran dentro del concepto de fuente de energía renovable.
- ***Viabiliza la utilización de otras fuentes renovables***. Las centrales hidroeléctricas con embalses ofrecen flexibilidad operacional incomparable ya que pueden responder inmediatamente ante las fluctuaciones de la demanda de electricidad, viabilizando la utilización de otras fuentes renovables como las eólicas o las solares.
- ***Contribuye al almacenamiento de agua potable***. Los embalses de los aprovechamientos hidroeléctricos colectan el agua precipitada en la cuenca de aporte, la que puede entonces ser utilizada para consumo humano o para irrigación, evitan el agotamiento de los acuíferos y reducen la vulnerabilidad a las inundaciones y sequías.
- ***Aumenta la estabilidad y la confiabilidad del sistema eléctrico***. La operación de los sistemas eléctricos depende de fuentes de generación rápidas y flexibles para atender a las demandas de pico, mantener los niveles de tensión del sistema y restablecer prontamente el suministro después de un corte de luz. La energía generada por instalaciones hidroeléctricas puede ser incorporada al sistema eléctrico más rápidamente que la de cualquier otra fuente energética.
- ***Ayuda a combatir cambios climáticos***. La hidroelectricidad puede ayudar a retardar el calentamiento global en razón de que su ciclo de vida produce cantidades pequeñas de gases de efecto invernadero (GHG – “greenhouse gases”).
- ***Mejora el aire que respiramos***. Las usinas hidroeléctricas no producen contaminantes del aire y no generan subproductos tóxicos. Muy frecuentemente, ellas sustituyen la generación a partir de combustibles fósiles, reduciendo así la lluvia ácida y el humo.
- ***Significa energía limpia y barata para hoy y mañana***. Con un promedio de vida útil de entre 50 a 100 años, los emprendimientos hidroeléctricos son inversiones de largo plazo que pueden beneficiar a varias generaciones. Se pueden actualizar fácilmente con la incorporación de tecnologías más recientes, y tienen costos muy bajos de operación y mantenimiento.

- ***Es un instrumento fundamental para el desarrollo sostenible***. Los emprendimientos hidroeléctricos que son desarrollados y operados de manera económicamente viable, ambientalmente sensata y socialmente responsable, representan desarrollo sostenible en su mejor concepción.

Más recientemente, la Declaración Mundial sobre Almacenamiento de Agua para el Desarrollo Sostenible, aprobada el 5 de junio 2012, en Kyoto, Japón por la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD), la Comisión Internacional de Riego y Drenaje (ICID), la Asociación Internacional de Hidroenergía (IHA) y la Asociación Internacional de Recursos Hídricos (IWRA), sostiene, entre sus aspectos más salientes, que:

- ✓ el rápido crecimiento de la población y del desarrollo socio-económico significa que para el año 2050 las exigencias cada vez mayores de agua, de alimentos y de energía pondrán a prueba los recursos naturales. Debido al cambio climático, la distribución del agua puede llegar a ser más irregular, y los desastres relacionados con inundaciones y sequías podrán empeorar.
- ✓ existe la necesidad de acelerar el desarrollo de nueva infraestructura de almacenamiento de agua para múltiples propósitos y la flexibilidad de la energía hidroeléctrica como recurso renovable es fundamental para poder adaptarse a la demanda de electricidad y contribuir al desarrollo de otras fuentes intermitentes de generación como la solar y la eólica, que son menos flexibles.
- ✓ transformar en realidad el potencial hidroeléctrico aún no desarrollado ahorraría cantidades extraordinarias de combustibles fósiles, además de reducir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la gestión de los recursos hídricos.

Finalmente tales instituciones hacen un llamado para unir esfuerzos para desarrollar la infraestructura de almacenamiento de agua de una manera sostenible, afirmando que los proyectos de agua y de energía hoy se pueden construir de una manera segura, económica y ecológica. Agua, alimentos y energía están estrechamente vinculados y se deben desarrollar con un enfoque integrado.

2.- IMPACTOS ADVERSOS ADJUDICADOS A LOS PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS

La disponibilidad de energía es esencial para el desarrollo socio-económico de un país, es evidente que debemos buscar formas de generar electricidad sin emitir sustancias nocivas al aire, resultando la fuente hidráulica la energía natural de origen en muchos países, pero eso tiene un costo, por lo que el logro de una vida mejor para la creciente población mundial implica cambios en el medio ambiente natural.

Los recursos naturales se utilizarán y el medio ambiente sufrirá una transformación para satisfacer las necesidades humanas, entonces las personas y otras formas de vida serán inevitablemente afectadas cuando se construyen estas obras, por ello se deben evitar o mitigar los daños ambientales causados por los proyectos.

Entre los impactos sociales y ambientales más mencionados en la bibliografía, atribuidos a las presas, se han relevado los que a continuación se mencionan. Cabe citar que muchos de ellos son reales, otros se los puede calificar como mitos y varios más se refieren a situaciones históricas que en la actualidad tendrían un tratamiento diferente:

2.1 POSIBLES IMPACTOS SOCIALES

- Empobrecimiento potencial de las personas desplazadas por la obra, por correr los riesgos de quedarse sin tierra y sus cultivos, sin trabajo, sin vivienda, marginadas, sin seguridad alimentaria, y con mayor morbilidad.
- Pérdida de recursos comunales y desarticulación comunitaria para las personas desplazadas, circunstancias que pueden llegar a producir una pérdida de la capacidad de resistencia socio-cultural.
- Afectación de las comunidades asentadas aguas abajo de las presas, por desmejora progresiva de la calidad del agua, deterioro de la fertilidad de sus suelos, y potencial reducción de la cantidad de peces, realidad que constituye la fuente de alimentación para muchas familias pobres.
- Afectación de comunidades asentadas aguas abajo de la presa por alteración del régimen fluvial, circunstancia que puede extenderse cientos de kilómetros y mucho más allá del cauce del río, que aunque no sean desalojadas por la obra, sin embargo pueden ser perturbadas por los cambios que se producen en el caudal y en el cauce del río.
- Incremento de las diferencias de género, habiendo soportado las mujeres, de manera desproporcionada, el costo social, económico, político y cultural entre las comunidades afectadas por las presas.
- Aparición de enfermedades potenciales transmitidas por el agua de los embalses.
- Afectación a las comunidades indígenas, porque perturban las vidas, los modos de sustento, las culturas y la existencia espiritual de los pueblos indígenas y tribales.
- Emigración hacia otros lugares de aquellas personas que deben abandonar los sitios de re-asentamiento por no tener formas de ganarse la vida.
- Pérdida del patrimonio cultural ya que en la planificación de las represas este aspecto no ha sido tomado debidamente en cuenta, por lo que el impacto espiritual y psicológico de las comunidades ha sido significativo.

2.2 IMPACTOS AMBIENTALES MENCIONADOS

- Daños al ecosistema, el hábitat y la migración de especies acuáticas y terrestres, con afectación de especies, pérdida de bosques, humedales, tierras agrícolas.
- Modificación del régimen de caudales y de la temperatura del agua aguas debajo de una presa, que altera el entorno ribereño y provoca daños a las comunidades que utilizan el río para su sobrevivencia.

- Pérdida de la biodiversidad del agua y las playas en donde se cultiva, por la contaminación del agua del embalse, que puede alterar el hábitat natural permitiendo que las especies exóticas de plantas y animales terminen eliminando a las especies nativas.
- Modificación de los ciclos naturales de inundación provocando una disminución de la fertilidad de las planicies anegadizas, que motiva una reducción de las especies de aves y una disminución de la recarga del agua freática en las planicies inundables.
- Reducción del transporte de sedimentos y nutrientes en los ríos, aguas abajo de las presas, que provoca cambios en la morfología del cauce, la planicie inundable y el delta costero.
- Pérdida de la producción pesquera aguas abajo de las presas dado que el uso de mecanismos de paso para peces no han sido muy exitosos.
- Daños a los ecosistemas ribereños y de esteros, con sus ecosistemas marinos adyacentes, río abajo
- Perjuicios en las pesquerías marinas o de esteros cuando se produce alteración o desvío de los caudales de agua dulce.
- Contribución al cambio climático porque la descomposición de la vegetación, plantas acuáticas, algas y los suelos inundados por un embalse emiten anhídrido carbónico y metano, considerados gases del efecto invernadero.

2.3 ARGUMENTOS DE LOS OPOSITORES A LA CONSTRUCCION DE PRESAS

A medida que las bases para la toma de decisiones se han vuelto más abiertas, inclusivas y transparentes, la decisión de construir una gran presa se ha tornado controversial, hasta el punto que el futuro de la construcción de estas obras está hoy cuestionado en muchas regiones del mundo, argumentando que las grandes presas han fragmentado y transformado los ríos del mundo, y más de 40 millones de personas han sido desplazadas por éstas.

Los opositores expresan que las grandes presas han causado profundos e irreversibles impactos adversos. Consideran insuficiente la evaluación de impactos negativos potenciales, expresando que no se ejecutan programas adecuados para la mitigación, reasentamiento y desarrollo para las comunidades desplazadas. Además suelen ocurrir fracasos en los programas de apoyo para el reasentamiento porque éstos se enfocan en la reubicación física, desatendiendo el desarrollo económico y social de los afectados.

Dichos grupos afirman que hoy la civilización enfrenta la revolución ambiental, que le asegurará una relación armónica con una naturaleza hasta aquí despreciada y crecientemente devastada. Expresan que las grandes presas destruyen los ríos; eliminan las aves, los peces, las plantas acuáticas y muchas otras especies asociadas; arruinan hermosos valles, inundan enormes superficies de humedales, bosques y tierras agrícolas; y han diseminado enfermedades como la malaria y la leishmaniosis.

Continúan diciendo que los embalses atrapan los sedimentos, y aguas abajo se despojan de sedimentos las orillas de los ríos, los ecosistemas ribereños, e incluso los deltas, aumentando la erosión y disminuyendo a la vez la productividad de las tierras costeras. La vegetación y los suelos en descomposición en tales almacenamientos de agua producen grandes cantidades de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y el metano.

Citan que en muchos proyectos los afectados han tenido compensación inadecuada, mitigación inapropiada y falta de medios para apelación o reclamo, o bien la compensación se ha limitado únicamente a las personas que tuvieron título de propiedad legalizado, dejando fuera a cantidades de personas, por lo general gente más pobre que para poder subsistir depende de los recursos comunales como bosques y pastizales.

Asimismo se menciona que no se tomaron debidamente en cuenta las consecuencias de las grandes presas sobre los medios de aguas abajo con los cuales la gente se gana el sustento, circunstancia que ha llevado al empobrecimiento y sufrimiento de cantidades de personas. También hubo fallas en la etapa de planificación al censar inadecuadamente las cantidades de personas afectadas directa e indirectamente por las obras y las que luego no fueron consideradas para el reasentamiento.

Por otro lado se menciona que el desalojo de las poblaciones que vivían en las tierras que quedaron bajo las aguas hizo que pierdan parte o la totalidad de sus tierras, con el agravante de que se perdieron las tierras ribereñas que son las de mejor calidad. El reasentamiento ha sido en general involuntario y traumático y estas personas no siempre han recuperado sus medios de sustento.

También suelen criticar la aptitud de las evaluaciones de impactos ambientales (EIA) argumentando que éstas fracasaron frecuentemente al no llegar a influir en las decisiones. Es así que la información sobre las medidas propuestas en las EIA's para hacer que dichos impactos sean aceptables por la comunidad, llega al público tardíamente cuando ya se tomó la decisión de proceder.

Se esgrime además que los esfuerzos para la mitigación de los impactos adversos no lograron el éxito esperado por una atención inadecuada para prever y prevenir los mismos, más la incertidumbre misma de las predicciones y la dificultad de enfrentar todos los impactos.

Finalmente comentan que la participación de los afectados en la planificación y ejecución de los proyectos de presas, en general, ha resultado pobre, por lo que los oponentes afirman que es uno de los motivos por el cual los grupos pobres y vulnerables sean los que deban soportar una porción de los costos sociales y ambientales de éstas obras, sin haber podido recibir los beneficios producidos por las mismas.

2.4 VISION SOCIOAMBIENTAL DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE GRANDES PRESAS - ICOLD

ICOLD, máxima institución mundial especializada en la materia, que cuenta con más de 81 países miembros, entre los cuales se encuentra la Argentina, considera que la influencia de las presas y de los embalses sobre el medio ambiente natural y social es considerada una cuestión esencial que debe ser estudiada con la misma seriedad que la propia seguridad de la obra.

En opinión de esta Institución, además de los estudios para determinar la factibilidad técnica, económica y financiera, los proyectos de presas deben responder con el mismo nivel de importancia a un cuarto enfoque que es su aceptación política y social.

Se enuncian a continuación algunas pautas básicas propuestas por ICOLD:

- Los impactos ambientales del medio natural y social deben ser evaluados desde el principio de los estudios del anteproyecto de una presa y continuarse durante las fases de definición y de realización del proyecto, así como también durante todo el período de explotación de la obra.
- El incremento del conocimiento humano en materia medioambiental hace necesario que se conforme un equipo pluridisciplinario a la hora de proyectar cualquier tipo de aprovechamiento hidráulico.
- Cuanto más importante es el proyecto, mayores serán las consecuencias medioambientales naturales y sociales y por lo tanto más importantes deben ser los estudios globales necesarios.
- Las grandes presas deben formar parte de un plan de aprovechamiento integrado de la cuenca, elaborado con anterioridad a cualquier proyecto de construcción de una presa, y si la cuenca traspasa las fronteras del territorio de un país, la elaboración del mencionado plan supone una cooperación internacional.
- Debe ser práctica habitual realizar un estudio de impacto ambiental completo antes de la realización del anteproyecto y otro antes del comienzo de las obras, prestando suma atención a los efectos sobre la biodiversidad o sobre el hábitat de las especies raras o amenazadas.
- Los proyectos deben ser evaluados, siempre y sin excepción, según los últimos conocimientos y los criterios modernos de protección medioambiental, y las medidas de mitigación deben ser estudiadas, evaluadas y puestas en práctica cuidadosamente.
- La decisión de efectuar inversiones importantes y necesarias para la realización de una presa se deberá basar en un análisis económico de un realismo indiscutible, evitando la sobreestimación de los beneficios y la subestimación de los costos.
- Los impactos ambientales que son difíciles de costear o no pueden cuantificarse, de todas maneras formarán parte del proceso de decisión anterior a la etapa correspondiente al estudio financiero y el proponente de la presa debe explicar en qué forma estos impactos no cuantificables han influido en su decisión.
- El desplazamiento de poblaciones debe ser tratado con un cuidado especial y su reasentamiento debe significar de manera ineludible una mejoría en su nivel de vida. Los afectados directamente por el proyecto deben ser los primeros beneficiarios y no es válido pedirles que se sacrifiquen para favorecer a otros. Se deberá prestar especial atención a los grupos étnicos vulnerables.
- Estos proyectos serán estudiados, realizados y explotados con el pleno consentimiento de toda la población afectada, incluso aunque la legislación vigente aún no lo exija así.
- Deberá efectuarse una auditoría completa una vez que se haya construido la obra para determinar el nivel de cumplimiento de los objetivos del proyecto en el aspecto ambiental.
- Desde la puesta en servicio del proyecto se procederá a un monitoreo de los impactos por comparación con la situación existente antes del comienzo de las obras.
- Es importante desarrollar investigación ambiental en las presas y embalses que llevan muchos años en servicio.

2.5 ALGUNOS MITOS SOBRE IMPACTOS ADJUDICADOS COMO ADVERSOS

En este punto se comentarán solo algunos impactos muy mencionados por quienes se oponen al empleo de este tipo de aprovechamiento de los recursos naturales con fines energéticos. Tratar impacto por impacto escaparía al objetivo del presente documento.

2.5.1 LOS EMBALSES EMITEN GASES DE EFECTO INVERNADERO

Este tema surge en los últimos tiempos como algo controversial y el concepto se utiliza de manera generalizada contribuyendo así a crear confusión sobre los beneficios que puede brindar la producción de electricidad por medio de recursos renovables como son las fuentes hídricas. Sectores poco proclives a la construcción de presas de embalse afirman que “las hidroeléctricas no son tan verdes” porque también emiten gases de efecto invernadero (GEIs), denominados también Greenhouse Gases en inglés (GHG).

El tema, a pesar del interés creciente, sigue siendo relativamente desconocido fuera de la comunidad científica. La investigación ha estado en marcha durante unos 15 años para identificación de los procesos por los cuales los embalses producen emisiones de GEIs y para cuantificación de las emisiones. La ciencia de las emisiones de los embalses está en continua expansión, pero hay consenso sobre los procesos por los que se producen metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) en los embalses y cuáles serían las vías por las que éstos se liberan a la atmósfera.

Las cantidades emitidas de GEIs pueden variar mucho dependiendo de la ubicación geográfica, la edad del embalse, entradas externas de carbono y nutrientes, y características del almacenamiento, tales como el caudal de agua, tiempo de rotación, el área inundada, la profundidad, el nivel del agua y sus fluctuaciones y la cantidad de turbinas y vertederos.

Los embalses en áreas tropicales emiten más metano que los de zonas templadas o boreales/australes y en general puede decirse que aquellos ubicados en zonas ecológicas boreales/australes y templadas se asocian con emisiones de GEIs de bajas a algo moderadas, mientras que los de zonas tropicales tienen niveles más altos de emisiones, y ello es independiente de los usos dados al almacenamiento.

También hay que ser cuidadoso cuando se arriesgan valores. Para comparar con las cantidades de gases nocivos que emiten a la atmósfera otras tecnologías empleadas para generación eléctrica, debe referirse a emisiones netas de embalses, es decir las que emite una vez llenado el mismo, porque el sitio antes de ser inundado de por sí ya generaba cantidades de GEIs en forma natural y es lo que se denomina “emisiones base”. Entonces muchas veces se dan valores de emisiones brutas que son la suma de ambas, y se asigna ese resultado como si fuera emitido por la planta hidrogeneradora.

Las razones de la mayor emisión de GEIs en los embalses tropicales, ubicados en latitudes próximas al Ecuador, donde existen almacenamientos poco profundos como reservorios tipo meseta, son las altas temperaturas reinantes, los altos niveles de materia orgánica en las cuencas y el ciclo de carbono naturalmente productivos.

Se infiere entonces que todos los embalses existentes y a construir en Argentina, por las latitudes en que se encuentran, entran en la clasificación de emisión baja a eventualmente algo moderada, de modo que no debería ser motivo de controversia en nuestro país y por ende no cabe emplear este aspecto para desmerecer proyectos de este tipo.

2.5.2 LOS RIBEREÑOS AGUAS ABAJO DE LAS PRESAS SE INUNDAN MAS QUE ANTES

En régimen natural, cada río tiene su comportamiento hidrológico propio donde el agua, el lecho y la línea de ribera representan un conjunto indivisible e inseparable de la escorrentía hídrica superficial, resultando la línea de ribera el límite físico entre los bienes del dominio público (lecho, cauce o álveo) y los bienes del dominio privado (ribera externa).

Una presa de embalse tiene, entre otras, la misión de controlar las crecidas naturales del río, dando ello por resultado que las aguas dejan de inundar, o lo hacen con menor frecuencia, vastas zonas ribereñas contiguas aguas abajo de la obra, antes decididamente afectadas por inundaciones debidas al desmadre del cauce del río. Este es un impacto positivo para la región que debe ser evaluado en su justa medida.

La “menor” inundación de dichas tierras ribereñas alienta su ocupación por particulares. Los terrenos recuperados quedan generalmente ubicados dentro de lo que se define como cauce del río, es decir tierras que pertenecen al dominio público, entonces todo aquel que, interpretando que el río es “más angosto”, avanza indebidamente hacia esas tierras demarcando límites, plantando y/o edificando, lo que hace es usurpar terrenos fiscales.

La autoridad competente, a la par de la puesta en servicio de la obra, y teniendo en cuenta que, jurídicamente, el lecho del río no es susceptible de apropiación por particulares, debería establecer regímenes de concesión de uso de aquellas tierras que son parte del cauce del río (dominio público) que incluyan medidas de carácter restrictivo en cuanto a su destino. Asimismo cabría establecer además limitaciones y restricciones de uso de las tierras que comprenden el dominio privado, para evitar así ulteriores reclamos injustificados.

A partir del inicio del funcionamiento de la obra las aguas dejan de correr de manera natural y continua para pasar a escurrir en forma regulada. Entonces por poderse acotar distintos niveles de riesgo de inundación a partir de las potenciales descargas de los embalses, dicha autoridad competente debiera establecer las zonas de riesgo de inundación de riberas y tierras menos frecuentemente inundables, contiguas aguas abajo de las presas, información que resulta necesario sea volcada en mapas de riesgo de inundación y se difunda adecuadamente entre la población.

Cuando la situación no ha sido debidamente contemplada mediante normativa apropiada por parte de la autoridad competente, ante la ocupación indebida de riberas, las descargas de una presa pueden provocar anegamientos en las planicies de inundación (riberas externas), surgiendo así conflictos difíciles de resolver entre el operador de la presa y la comunidad.

2.6 EL DILEMA ES CÓMO SUPERAR LA CONFRONTACIÓN

Antes de la década del ’80, del siglo XX, las presas, embalses y obras complementarias se llevaron a cabo en el país sin profundizar sobre ciertos aspectos ambientales y sociales asociados. La situación actual es diferente ya que todo nuevo proyecto involucra el enfoque ambiental, con todo un cúmulo de estudios a la par del hidráulico, geológico, sísmico o estructural, y recomendaciones que entre otras cuestiones incluyen el desarrollo de planes de mitigación, compensación, monitoreo y contingencias.

Las enormes inversiones que se requieren y los impactos generalizados de las grandes presas han creado conflictos relacionados con la ubicación y los impactos de estas obras, tanto las existentes como las propuestas, convirtiendo hoy en día a las mismas en uno de los asuntos más controvertidos en materia de desarrollo sustentable.

Frente a esta posición, cada proyecto debe estar acompañado de una amplia divulgación a la comunidad afectada y un cuidadoso estudio de las medidas concretas para reducir, mitigar y/o compensar los efectos negativos que pudieran generarse por este tipo de obras de ingeniería, en un marco de compromiso mutuo entre beneficiados y potenciales perjudicados por el proyecto. Si esto no se asume como un compromiso firme puede ocurrir que los opositores a la construcción de este tipo de obras impongan su visión negativa y ello resulte finalmente un escollo difícil de vencer.

Dado que es necesario continuar desarrollando los recursos hídricos, es importante encontrar modos adecuados para mitigar todos los impactos adversos de las presas sobre las poblaciones y los ecosistemas involucrados por los proyectos. En tal sentido se deben identificar las lecciones aprendidas en el pasado para poder avanzar hacia un plan energético global a largo plazo que permita, en varios años por delante, recuperar la generación hidráulica como una fuente racional, no dependiente y sostenible de energía eléctrica.

2.6.1 DEBATE ABIERTO SOBRE EL TEMA EN ARGENTINA

Organizado por el Instituto Argentino de Recursos Hídricos - IARH y el Centro Argentino de Ingenieros – CAI, en abril de 2004 se llevó a cabo en Buenos Aires, Argentina, un Taller para debatir esta temática, el cual contó con numerosos participantes provenientes de organismos estatales, centros de estudio e investigación, ONG's y representantes de comunidades nativas, entre otros.

De sus conclusiones y recomendaciones se rescata que los asuntos más importantes a resolver fueron la participación pública y la recuperación de las tareas de planificación por parte de los organismos públicos sectoriales, como temas prioritarios para el manejo futuro de las presas y su incidencia en el desarrollo sustentable, tanto para los sectores de Medio Ambiente, Energía y Recursos Hídricos, como para la planificación general del desarrollo nacional.

Otro tema considerado prioritario fue el relativo a la planificación y ordenamiento territorial basado en el concepto de gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas, para lo cual una medida concreta fue la de fortalecer los mecanismos de Comités de Cuenca, señalándose que era de competencia compartida y necesariamente coordinada, entre municipios, provincias y la Nación.

Para obtener la aceptación pública de un proyecto hidroeléctrico y reconocer los derechos y compartir los beneficios se enfatizó en la necesidad de formular grupos de consenso y crear foros responsables de discusión sobre estos temas.

Como condición básica para la mejora de los proyectos de presas se enfatizó la participación, destacándose que la esencia de esa cuestión es ser informado y ser escuchado, debiendo llevarse adelante una tarea de educación y concientización de los ciudadanos y organizaciones involucradas, a sabiendas de que éste es un derecho que conlleva a contraer obligaciones.

Para el proceso de la toma de decisiones en la gestión de las presas, se coincidió en aplicar los mecanismos de consulta pública desde el inicio mismo de la planificación de los proyectos, tanto mediante audiencias como talleres participativos, considerando importante generar la participación temprana en todas las etapas del proceso, que va desde la planificación del desarrollo sustentable de la cuenca y que continúa durante la vida útil de la presa. En cuanto a los grupos de participantes, se señaló que debían ponerse en un mismo plano de igualdad tanto los afectados como los beneficiados por los proyectos de presas.

3.- STATUS JURÍDICO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Cabe destacar que en las décadas del ’60 al ’80 del siglo XX, los grandes emprendimientos hidroeléctricos que se construyeron en el país los llevó adelante el Estado Nacional. La Secretaría de Energía de la Nación, actuando en su representación, fue la que en virtud de la ley nacional Nº 15.336, conocida como ley federal de energía, otorgó las concesiones para aprovechar los diferentes “saltos de agua”, concesiones que luego se fueron perfeccionando mediante leyes sancionadas por el Congreso Nacional.

A partir de la reforma de la Constitución Nacional de 1994, las provincias, según lo expresado en el artículo 124, son las titulares del dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio, en particular los recursos hídricos, y por ende son las que están en capacidad para otorgar la concesión del uso del agua para generación eléctrica, procedimiento que debe ser refrendado por leyes sancionadas por las respectivas legislaturas provinciales.

También le cabe al Estado Nacional intervenir en aquellos casos en que el recurso hídrico abarca a dos o más jurisdicciones, debiendo llegarse a un acuerdo entre las jurisdicciones involucradas.

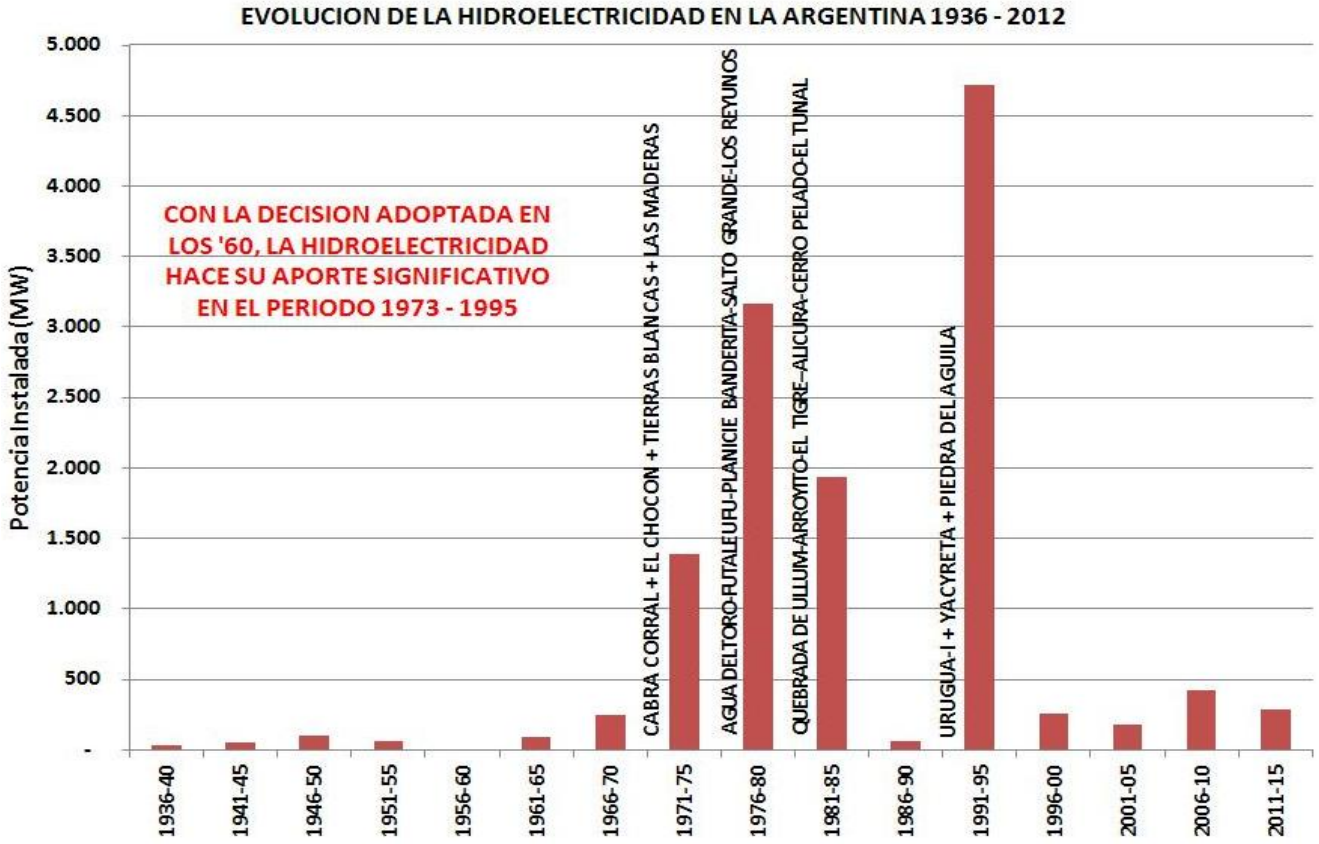
4.- SITUACIÓN DEL SECTOR HIDROELÉCTRICO ARGENTINO

Cabe recordar que las principales obras de este tipo construidas en nuestro país fueron desarrolladas por el Estado Nacional a través de las agencias especializadas Agua y Energía Eléctrica e Hidronor siguiendo etapas de estudios perfectamente definidas en cuanto a su alcance y contenido, tales como: Inventario, Prefactibilidad Técnico Económica, Factibilidad Técnico Económica, Anteproyecto o Proyecto Básico y finalmente el Proyecto Ejecutivo.

A partir de disponer del Proyecto Ejecutivo recién se procedía al llamado licitatorio y posterior adjudicación y construcción, reteniendo a su cargo el Comitente la operación y mantenimiento de las nuevas obras. La ingeniería era completada durante la fase ejecutiva de los trabajos a través de la elaboración de la ingeniería de detalle.

En la Figura 1 se muestra la evolución de la hidroelectricidad en la Argentina para el período 1936-2012 donde puede apreciarse un interesante período de auge y luego el retroceso registrado en los últimos tiempos, situación originada como consecuencia de decisiones adoptadas a principios de la década del ’90 del siglo pasado. Con ello el país se fue quedando sin la materia gris que con esfuerzo de años había formado el Estado, no habiéndose producido en consecuencia un trasvase intergeneracional.

Figura 1



4.1 APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS CONCESIONADOS POR EL ESTADO NACIONAL ARGENTINO

Los aprovechamientos hidroeléctricos del Estado Nacional operados por las ex empresas Agua y Energía Eléctrica e Hidronor, que suman una potencia instalada de 5.838 MW, fueron, durante el proceso de privatización de principios de los años ’90 del siglo XX, organizados en 13 unidades de negocio como se detalla en el Cuadro N°1. En el mismo se ha indicado además la fecha de vencimiento de cada concesión, pudiéndose apreciar que dichos vencimientos se iniciarán en el año 2023, es decir dentro de una década.

En la mayoría de los casos los Contratos de Concesión explicitan como será el fin de la misma por vencimiento del plazo convenido, mencionando que el dominio y la posesión de los equipos del Concesionario se transferirán de pleno derecho al Concedente (Estado Nacional) sin que éste deba abonar al Concesionario precio o contraprestación de ninguna índole.

Existen dos excepciones, la Concesión de Hidroeléctrica Los Nihuiles S.A. y la de Hidrotérmica San Juan S.A., en las cuales se celebraron dos contratos, uno con el Estado Nacional y otro con los respectivos estados provinciales.

En el Contrato de Concesión con el Estado provincial por el uso del agua para la producción exclusiva de energía hidroeléctrica, se expresa que el dominio y la posesión de los equipos del Concesionario (bienes propios) se transferirán de pleno derecho al Estado provincial sin que éste deba abonar al Concesionario precio o contraprestación de ninguna índole.

Para el caso del Aprovechamiento Hidroeléctrico (A.H.) El Nihuil, la razón de este doble contrato es porque la obra hidráulica fue construida en la década del ’40 del siglo pasado por la provincia de Mendoza para regulación del agua del río Atuel. Posteriormente esa obra se transfirió a Agua y Energía Eléctrica S.E., empresa que construyó la central hidroeléctrica Nihuil 1. Por lo tanto al concesionarse el emprendimiento se convino que la obra retornase al Estado provincial a la finalización del plazo de concesión.

La misma postura adoptó la Provincia de San Juan con el A. H. Quebrada de Ullum en razón que fue construido por el Estado provincial, por la cual se convino que el emprendimiento retornase al Estado provincial a la finalización del plazo de concesión.

4.2 INCORPORACION DE OFERTA HIDROELETRICA EN EL ÚLTIMO TIEMPO

A partir de que se pusieron en servicio los aprovechamientos hidroeléctricos (A.H.) Piedra del Águila, sobre el río Limay, provincias de Neuquén y Río Negro (1993) y Yacyretá, sobre el río Paraná (1994), se incorporó generación hidroeléctrica de menor envergadura, a saber: A.H. Nihuil IV, sobre el río Atuel, Provincia de Mendoza, A.H. Pichi Picún Leufú, sobre el río Limay, provincias de Neuquén y Río Negro, A.H. Potrerillos, sobre el río Mendoza, Provincia de Mendoza y A.H. Los Caracoles sobre el río San Juan, Provincia de San Juan.

A los mismos se sumó el aporte de generación debido a sucesivos aumentos de la cota de embalse del A.H. binacional Yacyretá para alcanzar primero la cota intermedia de 81,50 m.s.n.m. y luego la cota final de proyecto de 83,00 m.s.n.m.

Al presente se encuentra en construcción además el A.H. Punta Negra, sobre el río San Juan, Provincia de San Juan. Todo este conjunto de obras representa un aporte de origen hídrico al parque eléctrico de una energía media anual del orden de 6.000 GWh/año y una potencia instalada cercana a los 1.200 MW, como puede observarse en el Cuadro Nº 2.

Se interpreta que esta desaceleración de inversiones en hidroenergía se originó como consecuencia de las decisiones adoptadas a principios de la década del ’90 del siglo pasado, cuando se concesionó la explotación de las centrales hidráulicas ejecutadas por el Estado Nacional, sin tomar las previsiones necesarias para la ampliación del sistema de generación hidroeléctrica, pretendiendo transferir al sector privado las decisiones vinculadas con esta necesidad, las que ineludiblemente le competen al mismo Estado.

5.- LA MATRIZ ELECTRICA ARGENTINA

En los 21 años transcurridos entre 1992 y 2012 la contribución del aporte hídrico dentro de la matriz eléctrica del país fue, en promedio, un 42,2% para la potencia hidráulica y un 39,4% para la generación de energía.

La realidad actual muestra que, concluido el año 2012, la potencia total instalada del sistema eléctrico argentino resultó ser de 31.139 MW, contribuyendo un 60,6% las centrales térmicas, un 35,7% las hidráulicas, un 3,2% las nucleares, más un 0,5% como suma de fuentes eólicas y solares. En lo referente a la demanda total de energía eléctrica, la misma fue en dicho año de 125.804 GWh con la siguiente composición: 65,6% de origen térmico, 29,1% de origen hidráulico y 4,7% de origen nuclear, más un 0,6% entre las de otro origen más la importada.

Cuadro N° 1

APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS CONCESIONADOS POR EL ESTADO NACIONAL

N°	CONCESIONARIO	CENTRAL / PRESA	RIO	PROVINCIA	POTENCIA (MW)	FECHA PUESTA EN SERVICIO	FECHA INICIO CONCESION	FECHA VENCIMIENTO CONCESION
1	HIDROELECTRICA RIO JURAMENTO S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO CABRA CORRAL	JURAMENTO	SALTA	102	1973	30/11/1995	30/11/2025
2		APROVECH. HIDROELECTRICO EL TUNAL	JURAMENTO	SALTA	10,8	1985	30/11/1995	30/11/2025
3		DIQUE COMPENSADOR PEÑAS BLANCAS	JURAMENTO	SALTA	---	1981	30/11/1995	30/11/2025
4	HIDROELECTRICA TUCUMAN S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO EL CADILLAL	SALI	TUCUMAN	13,6	1966	03/07/1996	03/07/2026
5		APROVECH. HIDROELECTRICO PUEBLO VIEJO	PUEBLO VIEJO	TUCUMAN	15,4	1967	03/07/1996	03/07/2026
6		APROVECH. HIDROELECTRICO ESCABA	MARAPA	TUCUMAN	24	1948	03/07/1996	03/07/2026
7		PRESA COMPENSADORA BATIRUANA	MARAPA	TUCUMAN	---	1954	03/07/1996	03/07/2026
8	HIDROELECTRICA RIO HONDO S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO RIO HONDO	DULCE	TUCUMAN - SGO.ESTERO	17,5	1967	29/12/1994	29/12/2024
9		APROVECH. HIDROELECTRICO LOS QUIROGA	DULCE	SANTIAGO DEL ESTERO	2	1950	29/12/1994	29/12/2024
10	HIDROTERMICA SAN JUAN S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO ULLUM	SAN JUAN	SAN JUAN	45	1969	18/03/1996	18/03/2026
11	HIDROELECTRICA DIAMANTE S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO AGUA DEL TORO	DIAMANTE	MENDOZA	150	1976	19/10/1994	19/10/2024
12		APROVECH. HIDROELECTRICO LOS REYUNOS	DIAMANTE	MENDOZA	224	1980	19/10/1994	19/10/2024
13		APROVECH. HIDROELECTRICO EL TIGRE	DIAMANTE	MENDOZA	14	1983	19/10/1994	19/10/2024
14	HIDROELECTRICA LOS NIHUILES S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO NIHUIL I	ATUEL	MENDOZA	74	1947	01/06/1994	01/06/2024
15		APROVECH. HIDROELECTRICO NIHUIL II	ATUEL	MENDOZA	136	1968	01/06/1994	01/06/2024
16		APROVECH. HIDROELECTRICO NIHUIL III	ATUEL	MENDOZA	52	1973	01/06/1994	01/06/2024
17		PRESA COMPENSADORA VALLE GRANDE	ATUEL	MENDOZA	29,5	1965	01/06/1994	01/06/2024
18	HIDROELECTRICA CERROS COLORADOS S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO PLANICIE BANDERITA	NEUQUEN	NEUQUEN	450	1977	11/08/1993	11/08/2023
19		PRESA PORTEZUELO GRANDE	NEUQUEN	NEUQUEN	---	1973	11/08/1993	11/08/2023
20		PRESA LOMA DE LA LATA	NEUQUEN	NEUQUEN	---	1977	11/08/1993	11/08/2023
21		PRESA COMPENSADORA EL CHAÑAR	NEUQUEN	NEUQUEN	---	1980	11/08/1993	11/08/2023
22	HIDROELECTRICA ALICURA S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO ALICURA	LIMAY	RIO NEGRO - NEUQUEN	1.000	1984	11/08/1993	11/08/2023
23	HIDROELECTRICA PIEDRA DEL AGUILA S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO PIEDRA DEL AGUILA	LIMAY	RIO NEGRO - NEUQUEN	1.400	1993	29/12/1993	29/12/2023
24	HIDROELECTRICA EL CHOCON S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO EL CHOCON	LIMAY	RIO NEGRO - NEUQUEN	1.200	1973	11/08/1993	11/08/2023
25		APROVECH. HIDROELECTRICO ARROYITO	LIMAY	RIO NEGRO - NEUQUEN	120	1983	11/08/1993	11/08/2023
26	HIDROELECTRICA FUTALEUFU S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO FUTALEUFU	FUTALEUFU	CHUBUT	448	1976	15/06/1995	15/06/2025
27	HIDROELECTRICA FLORENTINO AMEGHINO S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO FLORENTINO AMEGHINO	CHUBUT	CHUBUT	60	1963	31/10/1994	31/10/2044
28	HIDROELECTRICA PICHI PICUN LEUFU S.A.	APROVECH. HIDROELECTRICO PICHI PICUN LEUFU	LIMAY	RIO NEGRO - NEUQUEN	261	2000	25/11/1997	25/11/2027
					5.849			

Cuadro Nº 2

NUEVOS APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS EN EL PERIODO 1995-2012

Aprovechamiento	Río	Provincia	Entrada en servicio	Potencia [MW]	Energía Media Anual [GWh]
Pichi Picún Leufú	Limay	Río Negro-Neuquén	2000	261	1.080
Potrerillos	Mendoza	Mendoza	2002	120	520
Los Caracoles	San Juan	San Juan	2009	185	900
Yacyretá (a cota 81,50)	Paraná	Binacional	2010	270	1.770
Yacyretá (a cota 83,00)	Paraná	Binacional	2012	290	1.790
Punta Negra	San Juan	San Juan	en ejecución	62	296
				1.132	6.000

NOTA: Los totales de potencia y energía fueron estimados asumiendo un hipotético reparto de la generación del Aprovechamiento Hidroeléctrico Yacyretá del 90% / 10% para Argentina y Paraguay, respectivamente.

6.- POSIBLE DEMANDA DE ENERGIA HIDRAULICA PARA EL AÑO 2030

Para planificar a largo plazo debemos analizar diferentes escenarios de crecimiento tanto de la demanda de energía eléctrica como de la potencia. Respecto a la tasa de crecimiento de tal demanda, un análisis de consumos eléctricos totales para los últimos 20 años (1993-2012), realizado con datos del Mercado Eléctrico Mayorista – MEM, arrojó como resultado que la tasa media fue del 4,33% anual acumulado (a.a).

Se puede concluir que el crecimiento de la generación anual dista de ser sostenido, refleja tendencias por tramos concordantes con las épocas políticas que vivió el país, ergo las tasas de crecimiento han sido variables lo cual dificulta su proyección a partir de la situación actual. Las épocas de crisis son seguidas por un “efecto rebote” que distorsiona la tendencia (capacidad instalada ociosa que ingresa rápidamente).

En dicho tiempo ésta presentó una desaceleración marcada en el año 2001, año en el que se creció moderadamente, y dos retrocesos, uno en el año 2002 y otro en el año 2009, influenciados ambos por la crisis financiera local y la crisis financiera internacional, respectivamente. En los períodos 1992-2000 y 2003-2007 se registraron tasas medias de 5,63% a.a. y 5,84% a.a., respectivamente, mientras que incrementos más moderados se registraron en el período 2008-2012, en el que la demanda creció en promedio al 3,07% a.a.

En los últimos 19 años, la demanda eléctrica ha crecido en nuestro país en forma relativamente autónoma con relación al nivel de actividad, tal como se visualiza en la Figura 2. Entonces con cierto optimismo en cuanto a la evolución socio-económica del país, se plantearon tasas entre 4% y 6% a.a. con las que se simuló el crecimiento de la demanda a alcanzar en el año 2030. En el Grafico Nº 1 se puede observar la evolución histórica de la demanda y las proyecciones de su evolución a partir de las tasas mencionadas.

A lo indicado anteriormente se sumó la necesaria resolución de una segunda incógnita que es la contribución de la generación hidroeléctrica a la matriz, habiéndose planteado para ello hipótesis del 35%, 40% y 45%, simulación cuyos resultados se indican en el Cuadro Nº 3.

Figura 2

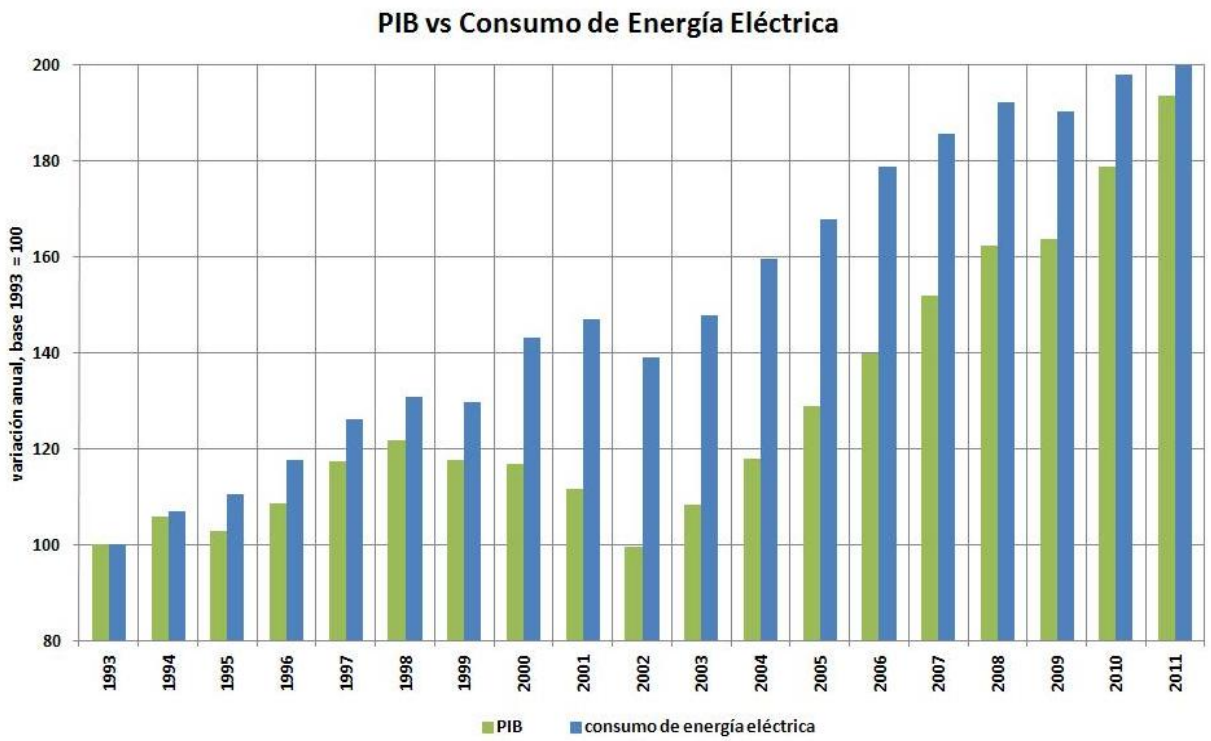
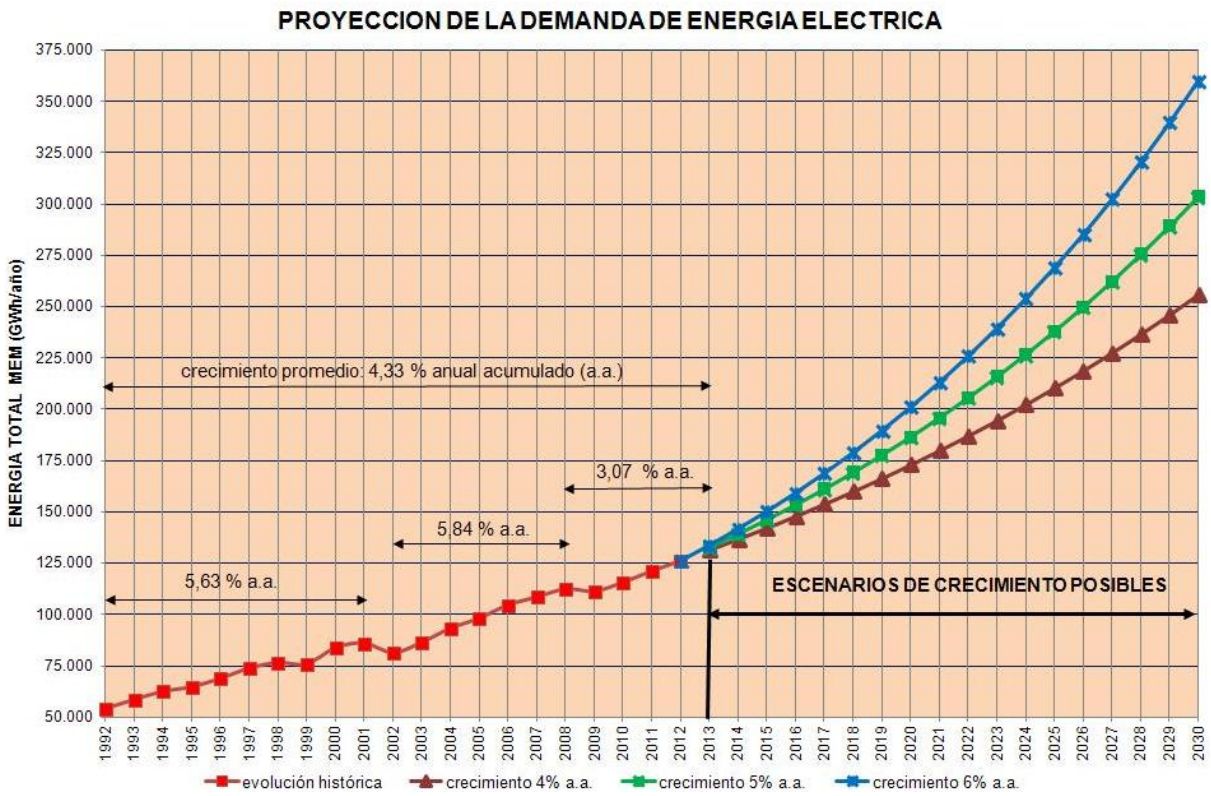


Gráfico Nº 1



Cuadro Nº 3

incremento estimado de la demanda de energía hidroeléctrica para el período 2013-2030 (GWh)			
aporte de fuentes hídricas a la matriz	hipotética tasa de crecimiento anual acumulado de la demanda		
	4%	5%	6%
35%	45.168	61.935	81.649
40%	51.621	70.783	93.313
45%	58.073	79.631	104.977

Desde el punto de vista de la potencia hidráulica se planteó proyectar esta variable de ahora en más con las mismas tasas de crecimiento anual empleadas para la demanda de energía. En cuanto a la contribución de la potencia hidráulica dentro de la matriz eléctrica se adoptó un 40%, valor deseable próximo al promedio de los últimos 21 años. En el Cuadro Nº 4 se indican los resultados obtenidos de esta simulación.

Cuadro Nº 4

Posibles Incrementos de la Potencia Hidráulica para el Período 2013-2030

Escenario de una participación hidráulica en la matriz eléctrica del 40 %			
hipotéticas tasas de crecimiento anual de la potencia			
Potencia Hidráulica (MW)	4%	5%	6%
	11.417	15.656	20.639

7.- PROYECTOS EN CARTERA PARA UNA OFERTA HIDROELECTRICA

Entre los proyectos hidroeléctricos que el país tiene en cartera se recopilaron 76 de más de 30 MW de potencia. Un detalle de la potencia instalada y la generación de energía media anual por cuencas de los diferentes ríos donde se prevé emplazarlos figuran en el Cuadro Nº 5.

La mayoría de los proyectos hidroeléctricos incluidos en esta selección datan de las décadas del ’70 y ’80 del siglo pasado, incluyéndose en el Cuadro Nº 6 una desagregación por estado de avance. Surge entonces que en la actualidad hay una sola obra en construcción y 12 proyectos en estado avanzado de definición, ya que cuentan con el proyecto básico concluido, los que son detallados en el Cuadro Nº 7.

Se dispone además de 5 proyectos que se encuentran con la factibilidad técnico- económica y eventualmente la ambiental, los que son detallados en el Cuadro Nº 8, más 22 proyectos que están en la etapa de prefactibilidad, es decir que en posteriores avances para su definición pueden sufrir modificaciones, en algunos caso de importancia, que son detallados en el Cuadro Nº 9.

Debe considerarse además que existen otros 36 proyectos desarrollados a nivel de inventario, es decir se encuentran en una etapa donde se dispone de pocas definiciones y varias incertidumbres en cuanto al diseño de las obras y sus fundaciones, que se listan en el Cuadro Nº 10, entre los cuales hay aprovechamientos interesantes que merecen profundizarse.

Es responsabilidad del Estado propiciar la revisión y actualización de la mayoría de los estudios antes mencionados, destacándose que éstos pueden sufrir modificaciones en su concepción al tener que considerarse aspectos tales como:

- Disponibilidad de técnicas de investigación más modernas y confiables.
- Nuevas técnicas de diseño y construcción de presas, como por ejemplo la adopción de soluciones con materiales sueltos y cara de hormigón aguas arriba (CFRD), dado que muchos de los estudios disponibles son para presas con núcleo de materiales finos.
- Mayor rigurosidad en las acciones sísmicas consideradas, atendiendo a la disponibilidad de detallada información de eventos reales.
- Mayor rigurosidad con los criterios a aplicar para estimación de las crecidas de diseño y de verificación de las presas, considerando nueva información hidrológica disponible, especialmente sobre la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos.
- Mayores condicionantes de tipo ambiental para la ejecución de los proyectos, existiendo algunos casos donde se ha generado una opinión contraria a los mismos de cierta magnitud, que sólo podrá ser revertida con estudios actualizados y completos.

Un detalle no menor es que con el enfoque actual a nivel mundial debemos acostumbrarnos a que los costos de los proyectos tengan un alto componente ambiental y social que pasa a incrementar los presupuestos. Esta cuestión evidentemente no pudo tenerse en cuenta en el análisis económico respectivo, ya que la información disponible sobre costos de los proyectos respondía a estimaciones presupuestarias efectuadas a partir de criterios empleados en épocas pasadas, circunstancia que va a alterar el orden de mérito asignado a cada proyecto.

Ahora bien, admitiendo como válidos los valores de potencia y energía media anual previstos originalmente por los proyectistas, una hipotética oferta hídrica compuesta por una selección de obras que incluya la actualmente en construcción, más aquellos aprovechamientos con el proyecto básico concluido más los que disponen de los estudios de factibilidad y de prefactibilidad, al año 2030 podría aspirarse a mantener dentro de la matriz eléctrica el 40% de fuentes hídricas si la demanda creciera a tasas medias entre el 5% y el 6% a.a.

Sería menor la contribución hidroeléctrica dentro de la matriz si el crecimiento de la demanda resultase aún mayor a esos porcentajes, y/o si en estas próximas décadas se verifican mermas en las cuencas hídricas de interés energético pronosticadas como impacto del cambio climático.

Cuadro Nº 5

POTENCIAL HIDROELECTRICO RECOPILADO POR CUENCA HIDRICA AL AÑO 2012

Cuenca Principal	Tributario	Río	Cantidad de Proyectos	Cantidad de Proyectos por Cuenca	Potencia [MW]		Energía Media Anual [GWh/año]	
del Plata	Parana	Parana	5	10	8.080	8.260	44.000	51.303
		Bermejo	3		180		1.580	
	Uruguay	Uruguay	2		1.100		5.723	
		Gastona	1	1	120	120	375	375
San Juan	San Juan	San Juan	2	2	132	132	639	639
Tunuyan	Tunuyan	Tunuyan	2	2	486	486	1.350	1.350
Mendoza	Mendoza	Mendoza	3	3	1.380	1.380	3.279	3.279
Diamante	Diamante	Diamante	1	1	190	190	453	453
Colorado	Barrancas	Grande	5	6	401	491	2.238	--
	Colorado	Colorado	1		90		s / d	
Negro	Negro	Negro	8	41	1.741	6.985	10.356	32.808
	Limay	Limay	4		1.013		4.949	
		Caleufú	1		100		944	
		Chimehuin	1		181		751	
		Collón Curá	2		576		2.352	
		Malleo	2		76		307	
		Aluminé	2		510		2.135	
	Neuquén	Neuquén	15		2.450		9.515	
		Curileuvú	1		34		150	
		Nahueve	1		30		132	
		Varvarco	3		226		1.008	
		Agrio	1		48		209	
Carrenleufu	Carrenleufu	Carrenleufu	4	5	361	411	1.901	2.229
		Hielo	1		50		328	
Manso	Manso	Manso	s / d	s / d	880	880	s / d	--
Senguerr	Senguerr	Senguerr	s / d	s / d	34	34	150	150
Santa Cruz	Santa Cruz	Santa Cruz	2	2	1.740	1.740	5.246	5.246

Cuadro Nº 6

SELECCIÓN DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS

Etapa de Avance del Proyecto	Cantidad de Proyectos	Potencia Instalada Total (MW)	Energía Media Anual Total (GWh/año)
Construcción	1	62	296
Proyecto Básico	12	7.763	36.866
Factibilidad	5	1.619	4.871
Prefactibilidad	22	7.824	38.724
Inventario	36	5.585	24.601
	76	22.853	105.358

Cuadro Nº 7

RESUMEN DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS EN CONSTRUCCION O CON PROYECTO BASICO CONCLUIDO

Aprovechamiento	Río	Provincia	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Plazo de Ejecución (años)
Punta Negra	San Juan	San Juan	62	296	en ejecución
Central Aña Cuá (50% Argentina)	Paraná	Binacional	140	1.000	3,0
Pte. Néstor Kirchner (ex Cóndor Cliff)	Santa Cruz	Santa Cruz	1.140	3.380	5,0
El Chañar	Neuquén	Neuquén	69	366	3,5
Chihuido I	Neuquén	Neuquén	637	1.750	6,5
Chihuido II	Neuquén	Neuquén	234	1.075	3,5
Garabí (50% Argentina)	Uruguay	Binacional	576	2.985	5,0
Gdor. Jorge Cepernic (ex La Barrancosa)	Santa Cruz	Santa Cruz	600	1.866	5,0
La Elena	Carrenleufú	Chubut	102	649	4,0
Michihuao	Limay	Neuquén / Río Negro	621	2.869	7,5
Segunda Angostura	Limay	Neuquén / Río Negro	120	451	5,0
Panambí (50% Argentina)	Uruguay	Binacional	524	5.475	5,0
Paraná Medio Sur Chapetón	Paraná	Santa Fe / Entre Ríos	3.000	15.000	s / d
			7.825	37.162	

Cuadro Nº 8

SELECCION DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS CON LA FACTIBILIDAD CONCLUIDA

Aprovechamiento	Río	Provincia	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Plazo de Ejecución (años)
Cordón del Plata I	Mendoza	Mendoza	847	2.291	5,0
El Tambolar	San Juan	San Juan	70	343	s / d
Los Blancos I	Tunuyán	Mendoza	324	900	3,0
Los Blancos II	Tunuyán	Mendoza	162	450	
Portezuelo del Viento	Grande	Mendoza	216	887	6,0
			1.619	4.871	

Cuadro Nº 9

SELECCION DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS CON LA PREFACTIBILIDAD CONCLUIDA

Aprovechamiento	Río	Provincia	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Plazo de Ejecución (años)
Pantanitos	Limay	Neuquén / Río Negro	189	884	5,5
Aprov. Río Negro - Allen	Negro	Río Negro	170	1.025	4,5
Aprov. Río Negro - Mainqué	Negro	Río Negro	174	1.053	4,5
Aprov. Río Negro - Plottier	Limay	Neuquén / Río Negro	102	578	4,5
Aprov. Río Negro - Roca	Negro	Río Negro	168	1.030	4,5
Aprov. Río Negro - Senillosa	Limay	Neuquén / Río Negro	101	618	4,5
Aprov. Río Negro - Villa Regina	Negro	Río Negro	172	1.053	4,5
Collón Curá	Collun Cura	Neuquén	376	1.492	5,0
Cordón del Plata III	Mendoza	Mendoza	319	545	5,0
Cordón del Plata II	Mendoza	Mendoza	214	443	5,0
Corpus (50% Argentina)	Paraná	Misiones / Corrientes	1.440	9.000	s / d
El Baqueano	Diamante	Mendoza	190	453	5,0
Frontera II	Carrenleufú	Chubut	80	419	4,0
La Caridad	Carrenleufú	Chubut	64	273	4,0
La Rinconada	Collon Cura	Neuquén	200	860	4,5
Potrero del Clavillo	Gastona y Medina	Catamarca / Tucumán	120	375	7,0
Puesto Bustos	Carrenleufú	Chubut	115	560	5,0
Río Hielo	Hielo	Chubut	50	328	8,0
Rincón de la Medialuna	Aluminé	Neuquén	270	1.127	4,5
Talhelum	Aluminé	Neuquén	240	1.008	4,5
Zanja del Tigre	Bermejo	Salta	70	600	5,0
Paraná Medio Norte Patí	Paraná	Santa Fe / Entre Ríos	3.000	15.000	s / d
			7.824	38.724	

Cuadro Nº 10

SELECCION DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS EN ETAPA DE INVENTARIO

Aprovechamiento	Río	Provincia	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Plazo de Ejecución (años)
Aprovechamiento de llanura	Paraná	Santa Fe / Corrientes	500	4.000	5,0
Atreuco	Varvarco	Neuquén	54	257	4,0
Buta Pailán	Neuquén	Neuquén	94	415	4,0
Coli Michicó	Neuquén	Neuquén	50	223	4,0
Covunco	Varvarco	Neuquén	108	502	6,0
Cura Mileo	Neuquén	Neuquén	34	146	4,0
El Mirador	Neuquén	Neuquén	44	176	3,5
Huaraco	Neuquén	Neuquén	48	213	4,0
Huitrin	Neuquén	Neuquén	210	921	4,5
La Invernada	Neuquén	Neuquén	320	1.042	4,5
La Salada	Curileuvú	Neuquén	34	150	6,0
Las Lajas	Agrio	Neuquén	48	209	4,0
Los Guiones	Nahueve	Neuquén	30	132	4,0
Manzano Amargo	Neuquén	Neuquén	30	133	4,0
Matancilla	Varvarco	Neuquén	64	249	4,0
NQN-P20	Neuquén	Neuquén	53	301	4,0
Pini Mahuida	Neuquén	Neuquén	320	1.409	4,5
Cerro Rayoso	Neuquén	Neuquén	261	1.144	4,5
Roblecillos	Neuquén	Neuquén	46	201	4,0
Aprov. Río Negro - Belisle	Negro	Río Negro	103	680	4,0
Aprov. Río Negro - Chelforó	Negro	Río Negro	168	889	4,0
Aprov. Río Negro - Chichinales	Negro	Río Negro	556	3.414	6,0
Aprov. Río Negro - Chimpay	Negro	Río Negro	230	1.212	4,0
Caleufú (desvío)	Caleufu	Neuquén	100	944	3,5
Calfulén	Malleo	Neuquén	38	146	4,5
El Chacayal	Chimehuin	Neuquén	181	751	7,5
Puesto de Paja	Malleo	Neuquén	38	161	4,0
El Seguro / Los Mallines	Grande	Mendoza	55	398	8,0
Rincón de los Godos	Grande	Mendoza	30	250	5,0
Risco Negro / El Montañes	Grande	Mendoza	50	340	8,0
Complejo Hidroeléctrico Río Manso	Manso	Río Negro	880		s / d
La Estrechura / Valle Noble	Grande	Mendoza	50	363	8,0
A.H. Las Juntas			614	2.100	s / d
Peñas Coloradas	Bermejo	Salta	75	680	5,0
Elordi	Bermejo	Salta	35	300	3,0
Aprovech. Integral Río Senguerr	Senguerr	Chubut	34	150	s / d
			5.585	24.601	

7.1 LICITACIONES DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS EN MARCHA

En este punto se incluyen los aprovechamientos hidroeléctricos que están en la consideración oficial actual. En primer término, por Resolución de la Secretaría de Energía de la Nación Nº 762 del 05/11/2009, se creó el Programa Nacional de Obras Hidroeléctricas y luego, por Resolución de la Secretaría de Energía de la Nación Nº 932 del 13/09/2011, por existir gestiones llevadas a cabo entre los estados provinciales titulares del dominio del recurso hídrico y el Estado Nacional, se incorporaron a dicho programa los siguientes proyectos:

i. Aprovechamiento Hidroeléctrico Punta Negra, actualmente en construcción desde enero de 2010 sobre el río San Juan, Provincia de San Juan, que resulta ser una obra complementaria del Aprovechamiento Hidroeléctrico Los Caracoles emplazado a 19 km aguas arriba del mismo.

ii. Aprovechamiento Multipropósito Los Blancos I y II, a erigirse sobre el río Tunuyán superior, Provincia de Mendoza, aguas arriba del dique derivador Valle de Uco. El proyecto aprovecha un salto natural de 560 m, en un tramo de 33 km de río y está integrado por dos presas, Los Blancos y Los Tordillos, con sus respectivas centrales hidroeléctricas en caverna Los Blancos I y Los Blancos II. Entre ambas obras se contará con una potencia instalada total de 485 MW.

iii. Complejo Hidroeléctrico Cóndor Cliff - La Barrancosa, a erigir sobre el río Santa Cruz, Provincia de Santa Cruz, en los emplazamientos de Cóndor Cliff (km 250 del río) y La Barrancosa (km 185 del río), que contará con una potencia instalada total de 1.740 MW. En abril de 2012 se decidió el cambio de nombre las obras, pasando a denominarse Pte. Néstor Kirchner y Gdor. Jorge Cepernik, respectivamente.

iv. Aprovechamiento Multipropósito Chihuido I, a erigirse sobre el río Neuquén, Provincia del Neuquén, aguas arriba del complejo hidroeléctrico Cerros Colorados, el que contará con una potencia instalada total de 637 MW.

Es justo reconocer que hay factores que hacen a la factibilidad de un proyecto que no pasan por el puro análisis técnico, económico y ambiental y que tienen un peso importante en la decisión final de emprender una obra, como es el aspecto político–estratégico. Es por ello que existen otros proyectos hidroeléctricos en proceso de gestión.

En tal sentido se cita otro aprovechamiento hidroeléctrico en gestión como es el de Portezuelo del Viento, proyecto a erigirse sobre el río Grande, Provincia de Mendoza, como parte de una serie de obras hidroeléctricas para aprovechar el potencial energético del mismo, y generar un conjunto de obras para trasvasar al río Atuel parte de su caudal.

En el Cuadro Nº 11 se incluye información sobre el conjunto de procesos licitatorios de proyectos hidroeléctricos y el estado de avance actualizado de los mismos.

Cuadro Nº 11

ESTADO DE SITUACION DE LICITACIONES EN GESTION

PROYECTO	RIO	POTENCIA (MW)	ENERGIA (GWh/año)	TIPO DE LICITACION	ESTADO DE SITUACION AL AÑO 2012
Aña Cua	Paraná	280	1.200	Obra Pública	Recibidas 5 ofertas de la obra civil y 2 de obras electromecánicas. Informe de Precalificación concluido, resta resolver por EBY.
Chihuido I	Neuquén	637	1.750	Concesión	Preadjudicada y en tramitación de completar la financiación.
Pte. N.Kirchner	Santa Cruz	1.140	3.380	Obra Pública	El primer llamado a licitación fue anulado. Existe nuevo llamado para proyecto y construcción, se presentaron 5 ofertas, preadjudicación prevista para abril de 2013.
Gob. J.Cepernik		600	1.866		
Los Blancos I	Tunuyán	324	900	Concesión	Obras adjudicadas, falta ultimar detalles de financiación.
Los Blancos II		119	389		
Portezuelo del Viento	Grande	210	887		La apertura de ofertas estaba prevista para octubre de 2011, el proceso sufrió demoras.
Garabí	Uruguay	1.152	5.970	Obra Pública	En trámite de adjudicación la elaboración del Proyecto Básico y Pliegos, prevista para principios de 2013.
Panambí		1.048	5.475		
La Elena	Futaleufú	102	649	Obra Pública	

8.- COSTEO DE LAS OBRAS Y FORMAS DE FINANCIAMIENTO

8.1 APROPIACION DE LOS COSTOS

El sector energético es estratégico, los precios deben ser razonables, el Estado Nacional debe ser ordenador de la actividad con la mirada puesta en el largo plazo. En este sentido debería tenderse a que éste defina permanentemente qué es necesario hacer en materia de equipamiento eléctrico, para lo cual la política de precios que se adopte es fundamental.

Tal política de precios no puede ser independiente del tipo de equipamiento incluido en la expansión del parque generador. Las centrales hidroeléctricas compiten económicamente con las centrales térmicas y los supuestos sobre los precios de los combustibles en el futuro resulta un dato básico de cualquier intento de planificación. No obstante hay que tener en cuenta que la certidumbre de precios para la provisión de combustibles en el largo plazo es un punto muy dudoso, razón por la cual es razonable que se otorgue a las centrales hidroeléctricas una prima por estar libre de esa incertidumbre.

Hoy los presupuestos de las obras hidroeléctricas están lejos de los 1.000 u$s/kW de hace unos años atrás, debido tanto a la inflación de las distintas monedas, como a la reactivación hidroeléctrica en el mundo, entre otras. En la actualidad, considerando un factor de planta cercano a 0,50, se acepta que estos proyectos están en el orden de 2.000 a 2.500 u$s/kW instalado, de los cuales aproximadamente 1.600 a 2.000 u$s/kW corresponden al aprovechamiento mismo y los 400 a 500 u$s/kW restantes serían para atender la problemática ambiental.

Si consideramos el costo medio de un proyecto hidroeléctrico en 2.250 u$s/kW, y de acuerdo a la proyección antes referida, si se pretendiera incorporar entre 11.400.000 y 20.600.000 kW con horizonte al año 2030, la inversión necesaria en los próximos 17 años sería entre 25.650 y 46.350 M u$s, es decir 1.509 y 2.726 M u$s / año.

Para tener puntos de comparación de magnitudes, cabe mencionar que la importación de gas natural, gas licuado y combustibles líquidos realizados por el país en los años 2011 y 2012 representó montos próximos a 9.400 y 9.250 M u$s, respectivamente.

Debe remarcarse que la realidad económica de la generación hidroeléctrica culmina con la inversión en la obra, no existiendo mayor incertidumbre, en tanto que para una central térmica, una vez concluida la inversión inicial, subsiste la mencionada incertidumbre del precio del combustible.

No debe dejarse de lado una adecuada apropiación de costos considerando el carácter multipropósito de todo aprovechamiento hidroeléctrico, es decir que no se debe cargar todo el costo del mismo a la energía cuando hay otros beneficios que deben cuantificarse, en efecto, además de generar energía, estas obras proveen agua para consumo humano, industrial y para riego, permiten el control de inundaciones, pueden resolver problemas de navegación fluvial, revalorizan las tierras anegables privadas y fiscales, constituyen una nueva e importante fuente de trabajo motorizando la inmigración de recursos humanos, reactivan el desarrollo regional y brindan oportunidades de turismo y recreación.

8.2 FORMAS POSIBLES DE FINANCIAMIENTO

Haciendo un poco de historia podemos mencionar que en los años ’60 del siglo pasado, cuando se decidió construir el Complejo Chocón-Cerros Colorados, la financiación de los grandes proyectos que llevó adelante el país se basó en fondos que generaba el mismo “Propietario” en base a su propia generación eléctrica, o con la asistencia de fondos específicos incluidos en las tarifas de venta de energía eléctrica, tal como por ejemplo el fondo específico “Chocón-Cerros Colorados”. Complementariamente las entidades financieras internacionales aportaron, para algunos proyectos, entre un 25 a 40 % de la financiación. Los proveedores de los equipamientos mecánicos y eléctricos intervenían con el aporte financiero de parte de los mismos, principalmente por suministros manufacturados fuera del país.

Este esquema posibilitó la concreción de las principales fuentes de energía hidroeléctrica tales como: El Chocón, Cerros Colorados, Salto Grande, Los Reyunos, Alicurá, Agua del Toro, Yacyretá, Salto Grande, Piedra del Águila, etc., obras que materializaron alrededor de un 95 % del total hidroeléctrico existente en la actualidad en nuestro país.

En el esquema actualmente pretendido, el financiamiento adoptado es del tipo PPP (Participación Público-Privada), donde el Estado Provincial aporta el recurso hídrico y el territorio, el Estado Nacional da los avales y puede aportar fondos para financiar una parte menor de la inversión, y la parte restante de la misma la aporta el grupo inversor privado, siendo el recupero mediante la venta de energía durante el período de concesión.

El esquema PPP resulta adecuado en la medida en que el Estado, que participa con fondos públicos, se asuma como inversor y por lo tanto con atribuciones en la toma de decisiones en el diseño, la construcción y la operación futura de la obra. Es decir asumiendo un rol activo en las decisiones del proyecto desde que se concibe el aprovechamiento hasta que finaliza la etapa de concesión, forma bajo la cual se podrían manejar presupuestos menos afectados por las incertidumbres.

En la actualidad, algunas provincias, de manera conjunta con el Estado Nacional, están llevando a cabo el proceso licitatorio de varios aprovechamientos hidroeléctricos para adjudicar la concesión para su proyecto, construcción, operación y mantenimiento por un cierto período de

años, los cuales una vez concluido dicho plazo, quedan como propiedad de la jurisdicción provincial mediante la firma de un acuerdo específico, pero aún este mecanismo no ha prosperado por dificultades atribuibles a los esquemas licitatorios adoptados y la falta de financiamiento aceptable.

Entonces para generar un Plan Hidroeléctrico con continuidad, sería necesario explorar aún otros esquemas de financiación, como por ejemplo integrar un Fondo Fiduciario o crear un fondo específico mediante un cargo en las facturas de electricidad. Los organismos multilaterales de financiamiento, que habían dejado de financiar este tipo de proyectos a nivel mundial, han revertido esta posición existiendo proyectos en curso de ejecución con financiación proveniente de dichas entidades.

Otra forma sería que el Estado no haga ningún aporte de fondos y se creen condiciones apropiadas para atraer a inversores privados que estén dispuestos a afrontar la construcción y explotación de los aprovechamientos hidroeléctricos por un tiempo determinado. Si hay un inversor interesado en una obra de este tipo querrá cierta rentabilidad en función del riesgo que asume por construirla, operarla y mantenerla durante un cierto tiempo de concesión. Inestabilidades económicas, o cambiarias, en el orden nacional o internacional juegan en contra de la posibilidad de sumar inversión privada en proyectos hidroeléctricos. El Estado debería proveer la estructura jurídico-institucional que garantice el financiamiento de los mismos conciliando los períodos de recuperación de la inversión que los privados puedan requerir por su aporte a las obras con el tiempo de vida de los proyectos.

El punto a dilucidar sería: ¿a cuánto le cierra el negocio al inversor privado para vender energía hidroeléctrica y cómo se la van a pagar? En este sentido las concesiones de aprovechamientos hidroeléctricos actualmente en vigencia se basan en un contrato en dólares con la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA). Hay evidencias de que debe perfeccionarse la política de retribución de la energía hidroeléctrica porque desde el momento en que se concesionaron las obras hidroeléctricas construidas por el Estado, ninguno de los concesionarios se interesó en ejecutar nuevos proyectos hidroeléctricos.

8.2.1 MODELOS ADOPTADOS PARA IMPLEMENTAR LOS PROYECTOS

Aprovechamiento Multipropósito Potrerillos: La obra erigida sobre el río Mendoza, se concretó a través del sistema de participación privada/pública (PPP) y constituye la mayor inversión financiera local, con intervención de un inversor privado. La parte privada aportó el 40% y el Estado mendocino el otro 60%. La inversión de la parte hidroelectromecánica se prevé recuperar con la venta de energía, mientras que la inversión de las obras civiles tiene un recupero de largo plazo, por medio de desarrollo y generación de riqueza del agro, turismo, etc. El inversor privado tomó la obra mediante una concesión y finalizado ese lapso la presa pasará a ser de propiedad del Estado mendocino.

Aprovechamiento Hidroeléctrico Los Caracoles: Constituye una obra emplazada sobre el río San Juan, Provincia de San Juan. Originalmente el proyecto había sido concesionado para financiación, construcción y operación al grupo AES, en conjunto con el A. H. Punta Negra, lo cual no pudo concretarse como consecuencia de la crisis financiera de fines del año 2001. Posteriormente la construcción de la obra fue asumida por la Provincia de San Juan, contando con la financiación por parte del Estado Nacional, es decir, se volvió a un esquema clásico donde

la totalidad de la financiación estuvo aportada por el Estado. Actualmente la operación es asumida por la empresa sanjuanina Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE).

Aprovechamiento Hidroeléctrico Punta Negra: La adjudicación fue realizada por la Provincia de San Juan y el constructor es la UTE Panedile - Techint. La financiación está a cargo de los Estados nacional y provincial, a través de la generación del A. H. Caracoles. Una vez concluida, la obra quedará de propiedad de la Provincia de San Juan y la atendería la empresa Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE) en forma directa o a través de una concesión para su explotación.

Aprovechamiento Multipropósito Los Blancos I y II: El Gobierno de la Provincia de Mendoza y el Estado nacional acordaron construir el Aprovechamiento Multipropósito Los Blancos y la Convocatoria Pública a Inversores se realizó en el marco del convenio celebrado en el año 2008 entre ambos estados. El convocante fue el Gobierno de la Provincia de Mendoza y este proceso involucró la concesión de Uso del Recurso para Explotación Energética.

El costo del proyecto es de u$s 850 millones y hubo tres grupos inversores privados interesados en ejecutar las obras. En noviembre de 2010 se procedió a la apertura de las ofertas técnicas, y la licitación se adjudicó finalmente al consorcio conformado por la empresa argentina José Cartellone y la empresa brasileña Constructora OAS.

El Estado nacional financiará un 65% del emprendimiento, al tiempo que el 35% restante será respaldado por el grupo privado, luego recuperada mediante la explotación hidroeléctrica a través de la venta de energía al MEM (Mercado Eléctrico Mayorista), por medio de un contrato de venta de energía a CAMMESA. Resta finiquitar trámites administrativos necesarios para iniciar la construcción del proyecto en el presente año.

A la empresa privada se le adjudicó la ejecución y la financiación de: a) Proyecto Ejecutivo y de Detalle; b) Construcción de las Obras Civiles e Hidráulicas; c) Provisión, Transporte y Montaje del Equipamiento Hidromecánico y Electromecánico; d) Provisión de Materiales y Construcción de Línea de Transmisión, e) Operación, Mantenimiento y Explotación del Sistema; f) Obras de Caminos de Accesos a la Obra; g) Reubicación de Infraestructura Pública afectada; h) Estudios de Impacto.

La explotación de ambas obras a cargo del Adjudicatario será por un período de 25 años, transcurrido el cual las mismas serán explotadas por la Provincia de Mendoza. Al finalizar el período de concesión la provincia mantendrá el dominio y jurisdicción sobre el aprovechamiento del recurso y ejercerá la propiedad sobre las obras, equipamiento y máquinas.

Aprovechamiento Multipropósito Chihuido I: Se desarrolló un proceso licitatorio para adjudicar la obra en concesión. Fue preadjudicada al grupo empresario conformado por Electroingeniería S.A; Constructora OAS LTD; CPC S.A.; Hidrocuyo S.A. y Rovella Carranza S.A, el cual ofertó 1.526 millones de dólares con financiación mediante un crédito del Banco Nacional de Desarrollo de Brasil (BNDES) por hasta 729 millones de dólares, que ya contaría con dictamen favorable y otra del Banco MACRO por hasta 302 millones de dólares, representando estos aportes el 67,55% del monto total de la obra. El Estado Nacional aportaría del orden de 500 millones de dólares y los avales necesarios. Habiéndose avanzado en demasía con el proceso licitatorio, aún no se ha producido la adjudicación de las obras.

El Gobierno de la Provincia del Neuquén creó Emprendimientos Hidroeléctricos Sociedad del Estado Provincial del Neuquén (EMHIDRO), que es la empresa con facultades para, en conjunto con el Estado nacional, llevar adelante el proceso licitatorio. El Estado provincial mantendría el dominio y jurisdicción sobre el aprovechamiento del recurso y aportaría el territorio y las contragarantías de los aportes de otras fuentes exigibles por ley.

Al grupo empresario privado se le adjudicaría, además del financiamiento, la ejecución de: a) Proyecto Ejecutivo y de Detalle; b) Estudio de Impacto Ambiental y Acciones de Mitigación; c) Construcción de las Obras Civiles; d) Provisión, Transporte y Montaje del Equipamiento Hidromecánico y Electromecánico; e) Provisión de Materiales y Construcción de Línea de Transmisión de EAT; f) Operación; g) Mantenimiento y Explotación; h) Costos de Expropiación; i) Obras y Acciones de reasentamiento y relocalización de población afectada, caminos de accesos a la obra y a los reasentamientos, y reubicación de infraestructura pública y privada afectada.

Finalizado el plazo de concesión, el dominio y administración del aprovechamiento pasaría de pleno derecho al Estado provincial neuquino, el cual sería administrado exclusivamente por la Provincia del Neuquén.

Complejo Hidroeléctrico Pte. Néstor Kirchner y Gob. Jorge Cepernic: El Comitente de las obras es el Gobierno de la Provincia de Santa Cruz, existiendo un convenio de asistencia técnica, económica y financiera entre el Estado nacional y el Estado provincial. El proceso licitatorio por el cual se había preadjudicado las obras en el año 2010 finalmente fue anulado en abril de 2012 iniciándose un nuevo proceso licitatorio. El presupuesto fue reajustado en u$s 4.898 millones y el grupo inversor tiene la obligación de financiar por lo menos el 50% del costo de las obras.

Hubo 5 consorcios interesados en la licitación, a saber: 1) Electroingeniería, China Gezhouba Group e Hidrocuyo; 2) Odebrecht, Pescarmona y Alstom Brasil Energía y Transporte; 3) OAS (Brasil), Hyundai Engineering, José Cartellone, Comercial del Plata Constructora y Rovella Carranza; 4) Panedile, Isolux, Eleprint, Helport, Powert Machine, Inter Rao e Hidroeléctrica Ameghino, y 5) Sinohydro, Iecsa, Austral Construcciones, Chediak y Esuco, y en enero del corriente año se abrieron las ofertas.

La licitación comprende la ejecución de: a) Proyecto Ejecutivo y de Detalle; b) Construcción de las Obras Civiles; c) Provisión, Transporte y Montaje del Equipamiento Hidromecánico y Electromecánico; d) Provisión de Materiales y Construcción de Línea de Transmisión; e) Operación; f) Mantenimiento; g) Financiamiento para la Ejecución de los dos Aprovechamientos Hidroeléctricos.

La explotación de ambas obras a cargo del concesionario será por un cierto período de tiempo en el marco de la Legislación Provincial, teniendo en cuenta que el Estado Provincial es el propietario del recurso. Luego la explotación del complejo quedará a cargo de la empresa estatal “Hidroeléctrica XALESHEN S.A.”, conformada por capitales provinciales, que tendrá funciones relacionadas con el carácter de comitente.

9.- PROPUESTA SOBRE LA CREACIÓN DE UNA AGENCIA NACIONAL DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

En un proceso racional para la elaboración de un programa de corto, mediano y largo plazo que apunte a la solución integral de la oferta eléctrica, aprovechando la experiencia del pasado en materia de construcción y explotación de grandes obras hidroeléctricas, surge conveniente recrear un ámbito específico con una complementación activa entre el Estado y el Sector Privado, desde donde se gestione todo lo inherente al Sector de Hidroelectricidad.

Dentro de la estructura organizativa del Poder Ejecutivo Nacional se propone para este fin organizar el funcionamiento de una Agencia que tendría por objeto llevar adelante un conjunto de tareas de realización imprescindible por parte del Estado.

Las presas y embalses comprenden las grandes estructuras ingenieriles, por ello cada proyecto tiene una problemática muy particular por la cantidad y complejidad de los estudios a desarrollar hasta alcanzar un nivel de conocimiento y de certezas aceptables para proceder a su construcción (investigación hidrológica, sísmica, geológica, geotécnica, métodos constructivos, materiales disponibles, etc.).

Todo este proceso puede llevar del orden de una década desde la concepción de la idea hasta la puesta en servicio de la obra. A su vez como este tipo de obras provoca impactos ambientales significativos existe mucha oposición a que estos proyectos puedan avanzar en su desarrollo, tema que cada vez adquiere más peso específico, lo que no ocurre con los otros sistemas que emplean recursos naturales renovables.

Solamente considerando los proyectos de más de 30 MW de potencia instalada ello implicará inversiones importantes para poder realizar los estudios e investigaciones necesarias para llevar a los mismos al nivel de Proyecto Básico, más los recursos humanos calificados para poder gestionar su realización (licitar, evaluar ofertas y adjudicar los trabajos, evaluar los resultados obtenidos, etc.).

A ello se suman las obras hidráulicas (presas, embalses y obras complementarias) actualmente concesionadas por el Estado Nacional, que habrá que gestionar a la finalización de la concesión para explotarlas por el sector público o volver a licitar su explotación por privados, o un sistema mixto privado / público según la política que rija en esa oportunidad.

Si el país, como ya se mencionó, pretende mantener la participación hidroeléctrica cercana del 40 % dentro de la matriz eléctrica, en los próximos 15 a 20 años se deberá incorporar una cantidad importante de obras hidroeléctricas. Todo esto, que resultará un esfuerzo enorme, y pensando en una colaboración privada importante (consultoría nacional e internacional) habrá que gestionarlo desde esta Agencia.

Por todo ello se interpreta como más apropiado crear una Agencia Nacional de Aprovechamientos Hidroeléctricos, para lo cual habrá que lograr puntos básicos de acuerdo en rela-

ción con el papel que tendrá el área de Energía y el área de Recursos Hídricos, ambos del nivel nacional, y a su vez definir como se articularán las gestiones con las provincias y qué colaboración de tipo técnico podrá aportar la Nación para los proyectos provinciales.

Se interpreta que para que exista una instancia federal, en la que los puntos de vista de las provincias sean expresados por quienes tienen en ellas la responsabilidad directa de la gestión hídrica, la misma debería tener un grado de vinculación con algún organismo específico de representación federal creado a tal fin o a crearse.

9.1 MISIONES A CUBRIR POR LA PROPUESTA AGENCIA NACIONAL DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

La Agencia debería cubrir mínimamente las siguientes misiones:

- conformar el Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos de la República Argentina;
- realizar la planificación a corto, mediano y largo plazo del Sector Hidroeléctrico;
- gestionar el desarrollo de los estudios básicos y diseños necesarios para actualizar y/o completar los proyectos existentes;
- participar con los organismos jurisdiccionales del agua en el diseño del sistema más conveniente de concesión de las obras para generación hidroeléctrica;
- licitar la construcción, operación y mantenimiento de los aprovechamientos hidroeléctricos nuevos;
- coordinar con los organismos jurisdiccionales del agua la aprobación de los proyectos hidroeléctricos nuevos o existentes en sus diferentes fases;
- coordinar con las administraciones provinciales la aplicación de la política nacional de generación hidroeléctrica;
- coordinar la adjudicación de la ejecución de los emprendimientos hidroeléctricos y supervisar su construcción y puesta en servicio;
- recepcionar, al vencimiento de los plazos de concesión, los aprovechamientos hidroeléctricos existentes y las obras complementarias concesionados por el Estado Nacional;
- promover la formación de profesionales en la especialidad;
- constituir el archivo técnico de los aprovechamientos hidroeléctricos en cartera, en explotación y futuros.

9.2 ACCIONES DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO NECESARIAS DE IMPLEMENTAR

Para avanzar positivamente mediante recursos propios o con asistencia externa, la tarea por delante será entonces revisar, adecuar y calificar los proyectos disponibles en la cartera de aprovechamientos hidroeléctricos de la Secretaría de Energía de la Nación, y de otros proyectos elaborados por las provincias, de modo que para su logro podría tenerse en cuenta las acciones para el corto, mediano y largo plazo que seguidamente se desarrollan.

9.2.1 PARA EL CORTO PLAZO

En el menor plazo posible se debería validar la selección de varios proyectos de inversión en consideración actualmente por los organismos del Estado Nacional para poder completar la adjudicación de las concesiones para aprovechamiento con fines energéticos del recurso hídrico, o iniciar el proceso de licitación de las obras, evaluación de propuestas y adjudicación de su construcción, operación y mantenimiento, en coordinación con las áreas específicas del Estado Nacional y con las áreas específicas de las Provincias titulares del dominio originario del recurso. Concomitantemente o en forma paralela se requiere la realización de las siguientes tareas:

- ✓ Determinar la factibilidad económica de incorporar tales aprovechamientos en la matriz eléctrica.
- ✓ Actualizar y completar el contenido de un "Manual para la Estimación de Costos de Construcción de Aprovechamientos Hidroeléctricos".
- ✓ Elaborar un cronograma de estudios e inversiones necesarias para llevar los proyectos seleccionados al nivel de Proyecto Básico en los aspectos técnicos y ambientales.
- ✓ Establecer el orden de mérito de cada uno de los proyectos seleccionados en función de los análisis técnicos, económicos y ambientales.

9.2.2 PARA EL MEDIANO PLAZO

En esta etapa, y a partir de los aprovechamientos hidroeléctricos en cartera de la Secretaría de Energía de la Nación y en los entes provinciales, se debe poder conformar el Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos de la República Argentina.

Con ello y a partir de los requerimientos proyectados del Sistema Eléctrico, de la identificación de los proyectos que presenten mejores indicadores técnicos, económicos y ambientales y de lo relacionado con el dominio originario del recurso hídrico, se podrá planificar las alternativas de expansión de la oferta hidroeléctrica. Para ello se requiere, por lo menos, la realización de las siguientes tareas:

- ✓ Actualizar el "Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Aprovechamientos Hidroeléctricos".
- ✓ Recopilar información sobre proyectos de generación hidroeléctrica en cartera de la Secretaría de Energía de la Nación así como aquellos obrantes en organismos provinciales.
- ✓ Evaluar en detalle la información técnica disponible de cada proyecto.
- ✓ Desarrollar el cronograma de estudios e inversiones para actualizar y/o completar los proyectos llevándolos a nivel de Proyecto Básico.
- ✓ Gestionar la realización de los estudios ambientales preliminares y posponer la inclusión de aquellos proyectos que no resulten factibles por motivos de alta sensibilidad ambiental.
- ✓ Gestionar la realización de los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental necesarios.
- ✓ Elaborar un cronograma de estudios e inversiones necesarias para adecuar los proyectos a un determinado grado de desarrollo técnico teniendo en consideración las técnicas constructivas actuales o para proceder a la actualización de determinados proyectos.

- ✓ Confeccionar el cómputo y calcular el presupuesto de cada proyecto mediante el “Manual para la Estimación de Costos de Construcción de Aprovechamientos Hidroeléctricos”.
- ✓ Elaborar un resumen técnico conteniendo la síntesis de los estudios básicos y su interpretación, los desarrollos de ingeniería, los costos esperados, los resultados de las evaluaciones técnica, económica y ambiental, sus parámetros físicos, hidráulicos y energéticos críticos, entre otros.
- ✓ Confeccionar una base de datos con los proyectos que sean considerados aptos para integrar el Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos.

9.2.3 PARA EL LARGO PLAZO

En el largo plazo debe desarrollarse un programa para lograr el aprovechamiento integral del potencial hidroeléctrico argentino. Para satisfacer entonces el crecimiento de la demanda, es necesario planificar para disponer el ingreso de energía al sistema en forma continua y creciente. Como la planificación es un proceso dinámico, por ende es menester ajustar los desvíos que se van produciendo.

Para poder incorporar energía hidroeléctrica conforme los requerimientos del sistema eléctrico, en el largo plazo deben obtenerse progresos en el grado de desarrollo de los proyectos, por lo tanto deberán realizarse los ajustes que correspondan a los estudios técnicos, económicos y ambientales, y confeccionar la documentación licitatoria de los aprovechamientos hidroeléctricos que resulte conveniente implementar en cada período. Para ello se requiere, por lo menos, la realización de algunas de las siguientes tareas:

- ✓ Elaborar un cronograma de trabajo a largo plazo, y asegurar la ejecución en tiempo y forma de las tareas programadas.
- ✓ Actualizar periódicamente el cronograma de trabajo conforme los cambios que se produzcan por avances tecnológicos, políticas de estado o disponibilidad de recursos, entre otros.
- ✓ Identificar, a nivel de esquema, nuevos proyectos de inversión de aprovechamientos hidroeléctricos con el objeto de disponer una cartera ampliada.

10.- IMPACTOS DEBIDOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ARGENTINA

Según la última comunicación efectuada por la Argentina, año 2006, a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el importante calentamiento del planeta que viene registrándose durante los últimos 150 años y continúa en la actualidad, no ha incidido solamente en la temperatura sino en las otras variables climáticas como las precipitaciones, entre las de mayor impacto para el país.

Desde el punto de vista de los recursos hídricos se puede afirmar que en Argentina llueve en promedio un 20% más que hace 40 años. Muchas zonas del país tendrán que adaptarse a vivir con esta situación de grandes precipitaciones, por caso, en el año 2006 y a solo 4 años de haber sufrido una situación de gravedad, la ciudad de Santa Fe volvió a registrar una inundación catastrófica debido a importantes precipitaciones ocurridas en la cuenca baja del río Salado.

Las causas de estos procesos han de hallarse en el marcado calentamiento terrestre, con su correlato importante en la cuenca del Océano Atlántico Sur, que en los últimos 50 años ha incrementado su energía calórica con el consiguiente incremento de la evaporación, hecho que también influye en las características termodinámicas de las corrientes oceánicas.

Es así que el contenido de humedad de las masas afectadas se haya incrementado por dicho calentamiento oceánico, causal de la mayor inestabilidad de masa y de precipitaciones en forma de tormentas.

10.1 TENDENCIAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS

En líneas generales las tendencias climáticas observadas son:

- ✓ Aumento de las precipitaciones medias anuales en casi toda la Argentina y muy especialmente en el Noreste y en la zona oeste periférica a la región húmeda tradicional.
- ✓ Aumento de la frecuencia de precipitaciones extremas en gran parte del este y centro del país.
- ✓ Aumento de la temperatura en la zona cordillerana de la Patagonia y Cuyo con retroceso de glaciares.
- ✓ Aumento de los caudales de los ríos y de la frecuencia de inundaciones en todo el país excepto en San Juan, Mendoza, Comahue y norte de la Patagonia cuyos ríos muestran un descenso a partir de del año 1980. En cambio el río Paraná muestra una tendencia creciente muy marcada desde el año 1970.
- ✓ Aumento de la altitud de la isoterma 0º C en la mayor parte de la región cordillerana, desde Cuyo hasta Tierra del Fuego.

En detalle puede referirse ciertas consecuencias sobre distintas regiones del país:

<u>Región NEA</u>:

Debido a las mayores lluvias registradas en las últimas décadas en el sur de Brasil, noreste argentino y Paraguay, han aumentado los caudales de los ríos Paraná y Uruguay. Este aumento de la precipitación se tradujo en un aumento del doble de magnitud en los caudales de los ríos. En el río Paraná, entre 1971 y 2000 los caudales fueron un 38% mayor a los registrados entre 1902 y 1970.

Como consecuencia del aumento en los caudales de los ríos de la cuenca del Plata, desde comienzos de los ‘70 la producción de energía hidroeléctrica por medio de las centrales hidráulicas de Yacyretá y Salto Grande ha sido entre un 20% y un 30% superior a la esperada.

Región Cuyo:

Los ríos cordilleranos de esta región muestran una leve tendencia negativa en su caudal desde inicios del siglo XX, pero ésta se acentúa marcadamente desde la década del '80 del mismo. Ello reduce la producción esperada de las centrales hidráulicas emplazadas sobre los ríos San Juan, Mendoza, Diamante y Atuel.

Patagonia:

En el periodo 1967–1998 se observan tendencias negativas y significativas en las precipitaciones anuales, desde el noroeste de la provincia del Neuquén hasta el noroeste de la provincia de Chubut, con los cambios más marcados a lo largo de la cordillera. En cambio, en el centro y este de la región se observan tendencias levemente positivas.

Durante el período 1974-2003, los caudales medios de los principales ríos de la Patagonia norte y central muestran una tendencia negativa, pero puede mencionarse que en general las tendencias han sido variadas desde inicios del siglo XX, como se puede apreciar seguidamente:

- El río Limay, para cien años de registros que van desde 1903 hasta 2003, muestra una tendencia negativa tanto en su caudal medio anual, como en los caudales máximos y mínimos. Sobre este río se encuentran emplazadas 5 centrales hidráulicas, las que cuentan con el 35 % de la potencia hidráulica instalada total disponible en la actualidad, de modo que esta merma progresiva en los caudales provoca una reducción en la producción esperada.
- El río Colorado, en cambio, para el período 1940-2003 muestra una tendencia positiva en las tres variables. Al presente se encuentra en operación una sola central hidráulica sobre este río con poca incidencia sobre el conjunto total de obras en funcionamiento.
- El río Neuquén no ha variado su caudal medio pero ha aumentado marcadamente su caudal máximo y disminuido el caudal mínimo. Sobre este río funciona un solo aprovechamiento hidroeléctrico y su producción no se habría visto alterada.
- El río Santa Cruz muestra una tendencia creciente en el caudal máximo, que podría estar indicando variaciones en los procesos de generación de caudales (zona de hielos continentales).

Se han encontrado evidencias sobre el aumento, tanto de las temperaturas medias, como de las máximas y mínimas en la Patagonia. En la región del Comahue, para el período 1961-2004, éste resultó ser de 1º C mientras que en la parte austral de la Patagonia se produjo un calentamiento más pronunciado. En Río Gallegos, entre 1931 y 1990, la temperatura media anual aumentó 2.5º C.

De acuerdo a estudios paleoclimáticos mediante un análisis de los anillos de los árboles (dendrocronología), las temperaturas en el área sur han venido incrementándose sostenidamente desde 1650 y en 1998 alcanzaron su valor máximo en 350 años.

La altura de la isoterma de 0° C se utiliza como un indicador aproximado del límite del hielo y la nieve en la cordillera de los Andes. En las últimas décadas, la altura máxima anual de dicha isoterma se ha incrementado marcadamente. En el norte de la región ha ascendido más

de 300 m. en 20 años, mientras que en el sur, a la altura de Punta Arenas, el ascenso ha sido de 60 m., mucho menor, pero también significativo.

Este fenómeno favorece la generación de mayores crecidas invernales al reducirse por un lado las áreas de acumulación de la precipitación que cae bajo la forma de nieve y aumentar por ende la superficie de la cuenca receptora de la precipitación que cae bajo la forma de lluvia, exigiendo ello un manejo más cuidadoso de los embalses y, en el extremo, pudiendo poner en situación crítica a las obras.

10.2 CASOS TESTIGO DE IMPACTOS OBSERVADOS: AUMENTO DE APORTES HÍDRICOS Y MAYOR OCURRENCIA DE TORMENTAS EXTREMAS

La interpretación del comportamiento de una cuenca hídrica es uno de los factores que entraña mayor incertidumbre para el diseño y la operación de obras de infraestructura hidráulicas, al existir el riesgo potencial de que resulte insuficiente la capacidad de evacuación de la misma ante la ocurrencia de tormentas extremas dentro de su área de influencia.

El diseño de la capacidad de las estructuras de evacuación de crecidas, tradicionalmente era resuelto desde un enfoque probabilístico, a partir de la adopción de niveles de riesgo respecto de la ocurrencia de un cierto evento (período de retorno ***T***) en razón que los elementos climáticos, y sus derivados hidrológicos, eran tratados estadísticamente por admitirse que el clima era estacionario, al menos en la escala de décadas.

Ahora bien, la hipótesis de que el clima pasado puede representar el clima futuro ya no sería válida bajo circunstancias de cambio en los sistemas climáticos y por tanto estaría en discusión actualmente la vigencia de los métodos probabilísticos para el cálculo de parámetros de diseño de obras hidráulicas.

Las condiciones de cambio, derivadas del calentamiento terrestre, han exacerbado al ciclo hidrológico y por ello se espera una mayor frecuencia e intensidad de las precipitaciones intensas, y en consecuencia de los fenómenos asociados a las mismas, aumentando así el peligro de falla de las presas por obsolescencia de los criterios de diseño.

Para aquellas regiones donde se hayan evidenciado cambios climáticos, por lo ya expresado, quedarían invalidados los análisis probabilísticos basados en la extrapolación a grandes períodos de tiempo de aquellas series históricas de larga data, por caso 5.000 a 10.000 años.

10.2.1 SUSTANCIAL AUMENTO DE APORTES HIDRICOS. CASO: CUENCA DEL RIO SALI - DULCE

El Sur de Sudamérica es una de las regiones del mundo donde en los últimos años se han registrado las mayores tendencias positivas de las precipitaciones, hecho que se tradujo en un aumento de los caudales de los ríos, como es el caso de la cuenca del río Salí-Dulce, provincias de Tucumán y Santiago del Estero.

Debido a los cambios climáticos registrados en la región, en el período 1972/73 - 2005/06 el aporte hídrico anual aumentó un 83 % respecto al del período 1925/26 - 1971/72, ocasionando un impacto ambiental significativo a nivel de cuenca.

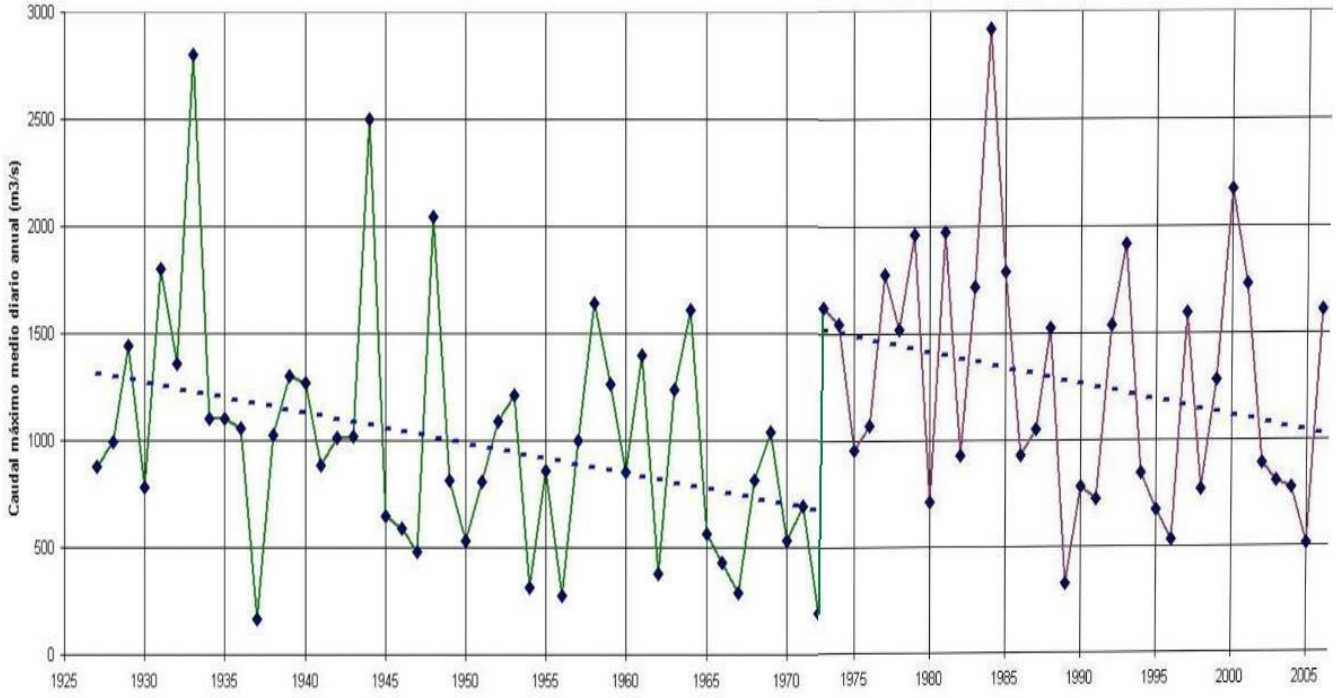
Como consecuencia del aumento de los aportes de este río, en su cuenca inferior donde se desarrollan los bañados del río Dulce y la laguna Mar Chiquita, en la que finalmente vierte sus aguas esta cuenca endorreica, a mediados de la década del ’70 del siglo pasado se inició un persistente ascenso del nivel de la laguna que en el año 1978 provocó el anegamiento del 90 % del casco urbano de la localidad turística de Miramar.

Tan dramático fue ese hecho que hubo que dinamitar todas las edificaciones e infraestructura inundadas y proceder más adelante a la reconstrucción de su casco urbano a partir de una nueva cota de seguridad contra inundación.

Por otro lado se pudo observar también aumentos en los caudales máximos (crecidas), donde para el período más reciente se ha registrado un aumento promedio del 28 % respecto a los registrados antes del año 1972, como se aprecia en la Figura 2. Esta cuestión tiene alta significación en lo que se refiere a la operación de crecidas por parte de los aprovechamientos hidráulicos en funcionamiento en la cuenca, a saber: El Cadillal, Escaba y Río Hondo.

Figura 2

TENDENCIA DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MEDIOS DIARIOS ANUALES
DEL RÍO DULCE OBSERVADOS EN EMBALSE RÍO HONDO



Fuente: CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE LOS CAUDALES DEL RIO SALI - DULCE, MALINOW, Guillermo V., et. al., 2008.

10.2.2 INCERTIDUMBRE EN LA ESTIMACIÓN DE CRECIDAS. CASO: CUENCA DEL RÍO NEUQUÉN

Para el diseño original de los vertederos de la estructura de derivación y de la presa frontal sobre el río Neuquén, ubicadas en el paraje Portezuelo Grande, provincia del Neuquén, que constituyen las obras de cabecera del aprovechamiento hidroeléctrico Cerros Colorados, en la década del '60 del siglo pasado se adoptó una crecida con un caudal máximo instantáneo de 11.500 m^3/s al que, mediante un análisis estadístico, se le asignó una recurrencia de 5.200 años.

Transcurridos un poco más de 40 años y para el diseño de la presa Chihuido I, a ubicar sobre el mismo río a aproximadamente 80 km aguas arriba de Portezuelo Grande, en el año 2008 se oficializaron los resultados de la revisión hidrológica de esta cuenca hídrica. El nuevo análisis estadístico, que incorporó 4 nuevas crecidas importantes registradas desde el año 1972, más la ocurrida en el año 2006, de características excepcionales, dio como resultado que el caudal de diseño de las obras de Portezuelo Grande tendría ahora una recurrencia de solo 250 años, quedando la obra fuera de rango en cuanto a las exigencias actuales en materia de seguridad hidrológica.

Por otra parte, en la etapa inicial del proyecto de la presa Chihuido I, se estimó la Crecida Máxima Probable (CMP) cuyo caudal máximo fue de 17.940 m^3/s. Dado que en el año 2006 se registró la crecida excepcional antes mencionada, se decidió revisar los análisis hidrológicos existentes, razón por la cual se procedió a estimar nuevamente dicha crecida extrema.

Se maximizó la tormenta que generó la crecida del año 2006 más otra tormenta severa que generó una importante crecida en el año 1991, y como resultado de ello, para la nueva estimación de la CMP se obtuvo un caudal máximo de 25.070 m^3/s, es decir un 40 % mayor respecto del estimado en la década del '80 del siglo XX.

10.3 IMPACTOS ESPERABLES EN EL SIGLO XXI: REDUCCIÓN DE LAS CANTIDADES ESPERADAS DE HIDROENERGÍA

Todo indicaría que el Cambio Climático Global aumentará o creará nuevas vulnerabilidades, tales como:

- ✓ Aumento de las inundaciones de origen pluvial en la región NEA, debido a que continuaría en aumento la frecuencia e intensidad del sistema convectivo de mesoescala.
- ✓ Aumento de la frecuencia de precipitaciones intensas en la región NOA y en consecuencia, se podrán intensificar las inundaciones, tempestades y aluviones que constituyen las amenazas principales en la región.
- ✓ Retroceso de los caudales de los ríos de la cuenca del Plata debido a una mayor evaporación por el aumento de la temperatura.
- ✓ Aumento del estrés hídrico en todo el norte y parte del oeste del país debido a la misma causa.
- ✓ Retroceso de la precipitación nival en la cordillera de los Andes y probable crisis del agua en Mendoza y San Juan, y para las próximas décadas una disminución de la generación hidroeléctrica en el Comahue.

- ✓ Continuidad de la alta frecuencia de precipitaciones intensas y por ende un mayor riesgo de sufrir inundaciones en las zonas actualmente afectadas.
- ✓ Aumento de la frecuencia e intensidad del fenómeno El Niño, debido al calentamiento global, por lo tanto, aumentarían los niveles de riesgo de inundación de origen fluvial actuales.
- ✓ Aumento progresivo de la temperatura media en toda la Patagonia.
- ✓ Ascenso progresivo de la isoterma de 0 ºC que afectará la acumulación nival en la región cordillerana, desde Cuyo hasta Tierra del Fuego.

En particular, las consecuencias sobre distintas regiones del país podrían ser:

Región Cuyo:

Con el incremento de la temperatura disminuye la superficie montañosa por arriba de los 0° C, que es donde se registra la acumulación de nieve en invierno. La consecuencia principal de estos cambios será una menor oferta hídrica en los oasis de Cuyo, particularmente en el río San Juan.

La disminución estimada de los caudales de los ríos cuyanos para la década 2021-30 frente a lo registrado en el período 1961-90 podría ser la siguiente: río San Juan -29.5 %; río Mendoza -13.2 %; río Tunuyán -12.5 %; río Diamante -12.9 % y río Atuel -9.7 %, situación que se traducirá en una menor producción de energía hidráulica por parte de los aprovechamientos hidroeléctricos emplazados en tales ríos.

Patagonia:

La franja cordillerana patagónica puede presentar fuertes reducciones de la precipitación y los descensos serían más pronunciados durante el invierno que en el verano, afectando a las cuencas de los ríos Limay, Neuquén, Negro, Colorado y Chubut. La disminución en el caudal de estos ríos implicará una disminución en la generación de energía hidroeléctrica.

Con el incremento de la temperatura, y por ser la cordillera más baja en esta región, disminuirá significativamente o virtualmente desaparecerá en algunas cuencas la superficie montañosa de acumulación por arriba de los 0° C, que es donde queda almacenada la nieve en invierno. Este último aspecto afectará sustancialmente el funcionamiento de los establecimientos dedicados a la producción ganadera de veranada por la merma de los aportes hídricos que por el deshielo remanente se producen en verano.

10.4 CONSECUENCIAS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA EXISTENTE

Teniendo en cuenta la información contenida en la comunicación efectuada por la Argentina en el año 2006 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que reúne opiniones y resultados de investigaciones llevadas a cabo por profesionales de reconocida trayectoria, debido a los cambios esperados en los sistemas climáticos, las conclusiones que a continuación se mencionan se orientan a plantear como pueden impactar los mismos en las próximas décadas tanto en la generación hidráulica actual y futura de la Argentina como en el manejo y la seguridad de las obras de infraestructura hidráulica destinadas a tal fin.

Por otra parte se incluye una conclusión respecto al beneficio que representa para el país la diversificación de la matriz eléctrica aumentando la participación de las fuentes hídricas como recurso renovable, que a su vez son amigables con el proceso de calentamiento global.

10.4.1 RESPECTO A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

Como se espera una merma de la precipitación en la franja cordillerana patagónica, desde el río Colorado al sur, los caudales de los ríos van a ser menores disminuyendo así también la generación hidráulica. Hay que tener en cuenta que actualmente existen en explotación cinco aprovechamientos hidroeléctricos sobre el río Limay, uno sobre el río Neuquén, uno sobre el río Colorado y uno sobre el río Chubut, más el correspondiente a Futaleufú, que en conjunto, para una hidraulicidad anual media, generan entre el 43 % y el 50 % de la energía hidráulica que consume el país.

A su vez en el río Santa Cruz se prevé construir dos importantes aprovechamientos hidroeléctricos, y otro de cierta magnitud en el río Neuquén, con la posibilidad de concretar también uno en el río Grande, tributario del río Colorado, los que desde ya tendrían una producción energética menor a la prevista por los proyectistas.

La situación esperada para la década 2021-30 con la oferta hídrica en los oasis de Cuyo puede ser de un impacto negativo mayor, como particularmente sería el del río San Juan. La disminución de los caudales, y por lo tanto de la generación hidráulica, alcanzaría a los ríos San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel. En estos ríos existen en explotación 15 aprovechamientos hidroeléctricos que suman entre un 6 % al 8 % de la generación hidráulica total del país, más un emprendimiento que actualmente se encuentra en construcción sobre el río San Juan.

Quiere decir que la merma en los caudales de los ríos cordilleranos va a afectar un porcentaje significativo de la generación hidráulica del país, ya que se trata de la producción que cubre entre el 49 % y el 58 % de la misma, dependiendo de la hidraulicidad global del año y de la cuota que destinen para la Argentina los aprovechamientos binacionales Yacyretá y Salto Grande.

Por otra parte, el retroceso que puede esperarse en los caudales de los ríos Paraná y Uruguay, por una mayor evaporación en la cuenca del Plata debido al aumento de la temperatura, impactaría negativamente en la producción de energía de los actuales aprovechamientos binacionales Yacyretá y Salto Grande.

Esta merma global esperada de los aportes hídricos, que estaría afectando nada menos que a las centrales hidráulicas que aportan el 95 % de la potencia instalada con que cuenta el país, si se pretende darle preeminencia al uso de los recursos renovables, deberá compensarse entonces con un exigente programa de incorporación de nuevas obras de origen hídrico.

10.4.2 RESPECTO A LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS Y EL MANEJO DE LOS EMBALSES

El progresivo ascenso de la isoterma de 0 ºC provocará cambios en el hidrograma de los ríos con nacientes en la cordillera de los Andes. En los oasis de Cuyo se podrá producir un adelanto de la onda de crecida, en el orden de un mes, con un aumento de los caudales de primavera (octubre-noviembre), efectos que serán más pronunciados en las cuencas de los ríos Diamante y Atuel, por su menor altitud.

Asimismo en las cuencas desde el río Neuquén al sur habría mayores picos en la onda de crecida invernal (mayo-agosto), destacándose que la cuenca del río Colorado es de transición entre ambos regímenes, por lo que puede esperarse comportamientos dispares. En todas estas cuencas la menor acumulación nival incidirá directamente en los caudales de verano (enero-marzo), los que podrán ser sustancialmente menores a los antes registrados.

Para las cuencas patagónicas de doble onda anual de crecida, el ascenso de la isoterma de 0 ºC provocará crecidas invernales con picos que podrán resultar mayores a los observados en el pasado, debido al aumento del área de drenaje que queda expuesta a precipitaciones bajo la forma de lluvia. Ello implicará un aumento del riesgo hidrológico al que quedarán sujetas las obras de infraestructura hidráulica existentes, y será necesario emplear criterios más exigentes para la estimación de la crecida de diseño de los proyectos nuevos.

Para las obras existentes será menester verificar la condición de riesgo hidrológico presente y hacer un seguimiento estricto de cada situación, dado que la mayoría de las principales obras de infraestructura hidráulica fueron proyectadas hace más de 30 años, es decir antes de observarse los cambios en los sistemas hidrológicos a que se ha hecho alusión.

A su vez todo lo expresado en éste apartado tiene que ver también con una necesaria revisión crítica de las normas de operación vigentes de los embalses, tanto en lo referente a revanchas, franja de atenuación de crecidas y al gradiente de recuperación de niveles de embalses en épocas de estiaje.

11.- DOCUMENTOS REFERENCIALES

- “GENERACION HIDROELECTRICA ARGENTINA 2030. REPENSAR LA MATRIZ ELECTRICA A LARGO PLAZO”, Malinow, G. V., Boletín del Consejo Profesional de Ingeniería Civil - CPIC, Buenos Aires, Argentina, marzo de 2013 (a editar).
- “EMISION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EMBALSES”; Malinow, G. V., Revista Hydria, Buenos Aires, Argentina, octubre de 2012.
- “PRESAS E HIDROELECTRICIDAD”; Liaudat, E., (conferencia), Comité Argentino de Presas, San Juan, San Juan, Argentina, octubre de 2012.
- “REVITALIZAR EL SECTOR HIDROELECTRICO ARGENTINO”; Malinow, G. V., Voces en el Fénix Año 3 Número 20, Revista del Plan Fénix, Cátedra Abierta Plan Fénix, Facultad de Ciencias Económicas, UBA, Buenos Aires, Argentina, noviembre de 2012.
- “EL CAMBIO CLIMATICO Y LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS”; Malinow, G. V., Congreso de Ingeniería y Cambio Climático, Consejo Profesional de Ingenieros Mecánicos y Electricistas - COPIME, Buenos Aires, Argentina, septiembre 2012.
- “PROPUESTA PARA EL SECTOR HIDROELÉCTRICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA 2012-2023”, Grupo de Trabajo Elaboración Programática, Instituto Argentino de la Energía General Mosconi, Buenos Aires, Argentina, junio de 2012.
- “DECLARACIÓN MUNDIAL SOBRE ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE”; Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD), Comisión Internacional de Riego y Drenaje (ICID), Asociación Internacional de Hidroenergía (IHA) y Asociación Internacional de Recursos Hídricos (IWRA), Conferencia de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, Kyoto, Japón, junio de 2012.

- “REVISIÓN DE CRITERIOS Y CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS PARA EL DISEÑO DE PRESAS”; Malinow, G. V., Seminario: Gestión de la Seguridad de Presas (expositor), Comité Argentino de Presas, Cipolletti, Río Negro, Argentina, septiembre de 2011.
- "PROGRAMA NACIONAL DE OBRAS HIDROELECTRICAS 2025"; Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, Buenos Aires, Argentina, 2011.
- “PRESAS DE EMBALSE Y EL REPARO DE LAS COMUNIDADES, ¿COMO SUPERARLO?”, Malinow G. V., VI Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos; Comité Argentino de Presas, Neuquén, Neuquén, Argentina. octubre de 2010.
- “CONSTRUCCION DE NUEVOS PROYECTOS HIDROELECTRICOS. UN DESAFIO MAYOR”; Navarro O. E. y Lombardi, C. A., VI Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos; Comité Argentino de Presas, Neuquén, Neuquén, Argentina. octubre de 2010.
- “GESTIÓN AMBIENTAL DE HIDROELÉCTRICAS, UN ANTES Y UN DESPUÉS”, Lara, A., III Seminario Internacional de Hidrología Operativa y Seguridad de Presas, Comité Argentino de la Comisión de Interconexión Eléctrica Regional - CACIER, Concordia, Entre Ríos, Argentina, 2010.
- “AGUA – ENERGÍA Y DESARROLLO”; Liaudat, E. y Ortega, E; Seminario: “Desafíos frente a la vida y el bienestar en la Gestión del Agua”, Instituto Argentino de Recursos Hídricos, Buenos Aires, Argentina, septiembre de 2009.
- “HIDROELECTRICIDAD: UN PLAN POSIBLE”, Ortega, E y Liaudat, E.; V Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos, S. M. de Tucumán, Tucumán, Argentina, septiembre de 2008.
- "EVALUACION EXPEDITIVA DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS"; EBISA, Secretaría de Energía de la Nación, Buenos Aires, Argentina, octubre de 2006.
- “CONTROL DE CRECIDAS Y MAS INUNDADOS POTENCIALES?”; Malinow G. V., Número Especial del Boletín del Comité Argentino de Presas, Cipolletti, Río Negro, Argentina, abril, 2005.
- "CUENCA DE LOS RIOS LIMAY, NEUQUEN Y NEGRO. RELEVAMIENTO DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS; Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas – AIC, Cipolletti, Río Negro, Argentina, noviembre de 2004.
- “PRESAS Y EL MEDIOAMBIENTE. UN PUNTO DE VISTA DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE GRANDES PRESAS – ICOLD”, Paris, Francia, 1998