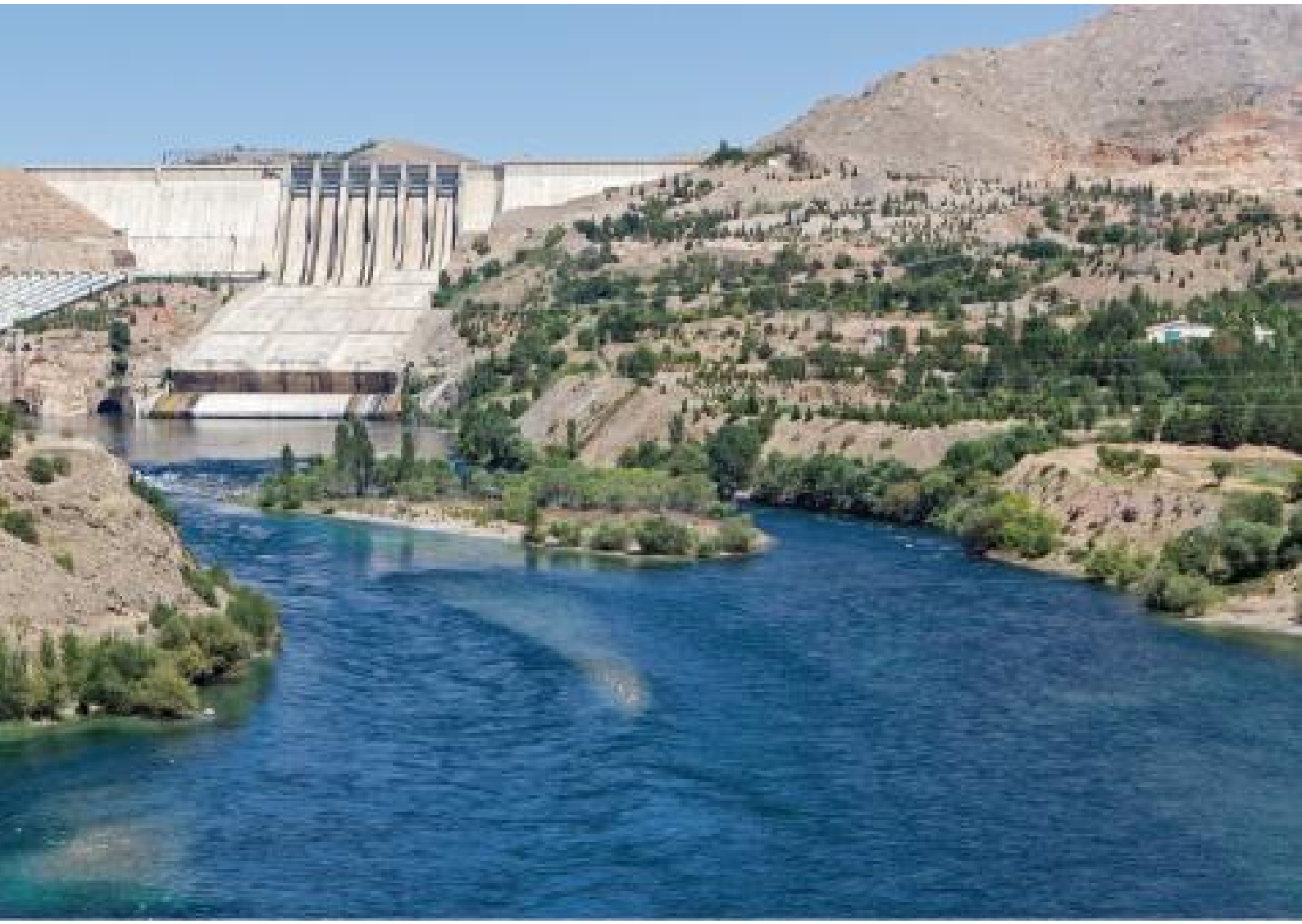


22

Evaluación de Aprovechamientos Hidroeléctricos de Bajo Impacto Ambiental

Aprovechamiento La Rinconada - Provincia de Neuquén

Ing. José María Ochoa - Ing. Oscar Labatti
Área de Pensamiento Estratégico

CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin previo permiso escrito del editor.

CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN

APROVECHAMIENTO LA RINCONADA
PROVINCIA DE NEUQUÉN

Ing. José María Ochoa
Ing. Claudio Gustavo Villegas
Ing. Oscar Leandro Labatti

Área de Pensamiento Estratégico

Diciembre 2013

Coordinación:

Comisión de Energía

Cámara Argentina de la Construcción

Ing. Eduardo ROMERO ONETO

Ing. Enrique Pablo VIDELA

Índice

Argentina, Panorama Energético 7
Demanda Energética Argentina 8
Cubrimiento de la Demanda Pico 11
La oferta Energética Nacional 11
Sector de Energías Renovables 13
Distribución Geográfica 14
Descripción de la Cuenca del Río Limay 16
Caso de Estudio La Rinconada 19
Descripción 19
Vinculación eléctrica 20
Zona de emplazamiento y accesos 20
Proyecto 21
Características de la planta 21
Cuadro Resumen del Aprovechamiento 21
Datos Generales 21
Volúmenes a movilizar durante la construcción de la Obra 24
Inversión Prevista 24
Evaluación Ambiental del Proyecto La Rinconada 24
Evaluación Comparativa de La Rinconada 25
Evaluación técnica, económica y ambiental de la cuenca 26
Evaluación técnica 27
Evaluación ambiental expeditiva. Metodología 29
Evaluación económica expeditiva 32
Evaluación Estratégica en Función de la Matriz Energética 36
Conclusiones 37
Bibliografía 39

Informe Técnico

Argentina, panorama energético

El gran desafío y necesidad de este siglo será la gestión sostenible de la energía en todas sus formas. La energía es no sólo parte esencial de la calidad de vida de los ciudadanos y la columna vertebral del desarrollo industrial y productivo de un país, sino también un factor de enorme importancia para la reducción de los impactos ambientales de dicha actividad productiva. Sin embargo, a pesar de su gran importancia, la problemática energética está dispersa en un conjunto muy variado de profesiones, lo que provoca una excesiva fragmentación del conocimiento necesario para una adecuada gestión de la energía. Por lo tanto, se requiere hoy una gestión integrada y sistémica, de naturaleza transdisciplinar[1], que permita no sólo un medioambiente limpio sino también una mejora de la calidad de vida de los argentinos, sobre la base de mejoras sustanciales en una gestión sustentable de la energía.

En este contexto, la energía proveniente de fuentes renovables adquiere máxima importancia, aunque las mismas no han adquirido carta de ciudadanía completa en la universidad argentina ni tampoco en la matriz energética. Hay un claro cambio de paradigma a favor de un sistema sustentable, lo que incluye la optimización de la matriz energética del país (que incluya fuentes renovables), un incremento importante en el uso racional y en la eficiencia energética, y una lógica sistémica en el tratamiento de la energía, particularmente a través de las redes inteligentes (***smart grid***)[2]. Por lo tanto, una clave central en la evolución de los sistemas energéticos será la capacidad de innovar con un producto que es no diferenciado, y que por lo tanto refuerza la importancia de las innovaciones de proceso y organizacionales.

En este sentido, la situación actual del Sector Energético argentino está marcada por un fuerte crecimiento, sobre todo de la demanda eléctrica y gasífera, justificado fundamentalmente por el comportamiento del sector industrial, que no ha registrado prácticamente ninguna caída en el nivel de actividad, pese a la crisis mundial que asola el mundo desarrollado desde finales del 2007. Dicho crecimiento, ha hecho necesario incluso incrementar la oferta energética, sobre todo de gas, para acompañar las nuevas necesidades de la demanda en su conjunto, pero principalmente la generación de energía eléctrica dado la matriz de combustibles que utiliza.

[1]La transdisciplinariedad va más allá de la interdisciplinariedad, en el sentido que la interacción entre las disciplinas científicas es mucho más dinámica en la primera. Una vez que se alcanza consenso en el conocimiento transdisciplinar, no es posible reducirlo a sus partes disciplinares. Además, los resultados de la investigación se difunden a los contextos problematizados y a los involucrados en las aplicaciones, a lo largo del proceso de producción de conocimiento. Ver al respecto el trabajo de Hessels, L. y van Lente, H. (2008): "Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda", en Research Policy, vol. 37, pag. 741.
[2]Véanse los desafíos de hace un lustro en EE.UU. para un ingeniero energético en Albert Thumann (2007): "Career Advancement and Assessment in Energy Engineering", incluido en Barney L. Capehart (2007, ed.): Encyclopedia of Energy Engineering & Technology, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 131-132.

Las innovaciones en el campo de la energía tienen que ver con la naturaleza misma de la propia energía, considerada un bien no diferenciado, que puede a su vez ser una ***commodity*** para el mercado o –en algunos casos- un bien social para el Estado. Por ello, los cambios en este sector tienen que ver fundamentalmente con innovaciones de proceso y de gestión, generalmente de naturaleza sistémica, que permitan el aprovechamiento más eficiente de las fuentes actuales, o con el desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de nuevas fuentes, o con modificaciones en los patrones de consumo, o con las fluctuaciones de los precios relativos de los combustibles convencionales, o con la existencia de incentivos pecuniarios y no pecuniarios que provienen del marco regulatorio. Desde un enfoque dinámico, los cambios en el sistema energético generalmente implican un proceso de co-evolución de las tecnologías, los mercados, las políticas, la gestión y la regulación[3] de los mismos.

A continuación, se realiza una profundización del análisis de aquellos aspectos más salientes que permitan caracterizar el futuro energético en Argentina, como son la demanda y la oferta respectiva, y el principal frente de cambio del sector como son las energías renovables, las redes inteligentes y nuevas herramientas para el uso racional de la energía en todas sus formas

Demanda energética argentina

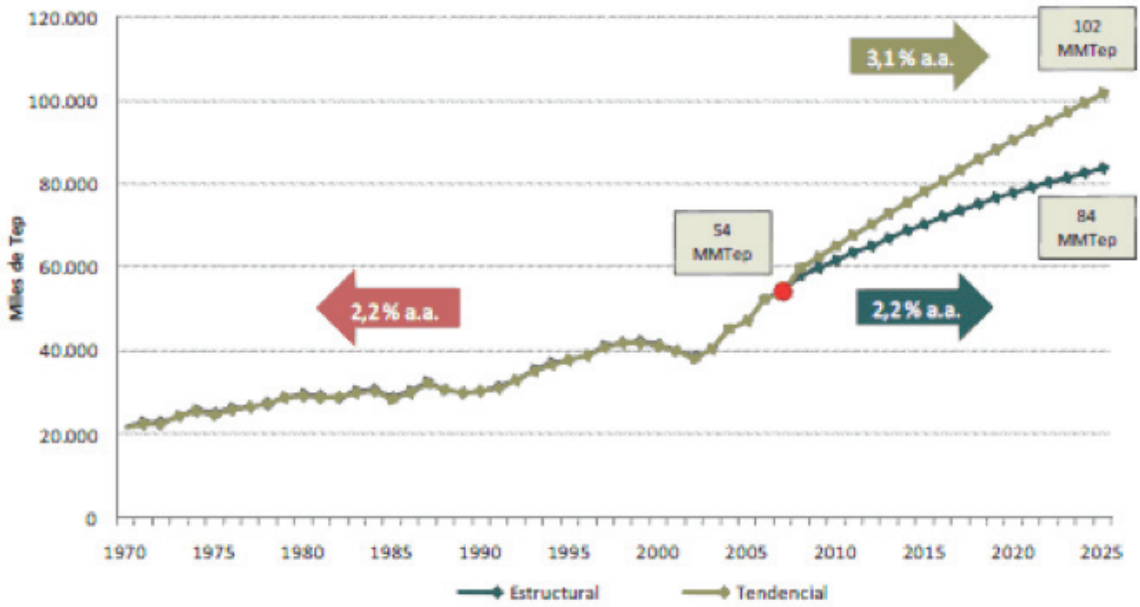
Para la caracterización de la demanda, sobre todo haciendo un esfuerzo de prospectiva a futuro, se ha tomado como base el trabajo de la Secretaría de Energía (2008)[4]. Éste plantea que, dentro de ciertos límites, para un mismo Escenario Socio-Económico, se pueden satisfacer los requerimientos de energía con distintas fuentes energéticas y diferentes modalidades de uso de las mismas. A su vez, para identificar los impactos, este trabajo presenta dos escenarios energéticos: uno Tendencial y otro Estructural.

El Escenario Tendencial describe cómo evolucionará el sistema energético en el futuro, bajo el supuesto de ausencia de políticas nuevas y explícitas de cambios estructurales, salvo las ya previstas. Esto significa que dicho escenario incorpora innovaciones tecnológicas como un proceso propio del mercado, así como mejoras en las eficiencias productivas o procesos de sustitución, que se verificarían, aun ante la ausencia de políticas explícitas adicionales.

El Escenario Estructural incorpora los efectos esperados de una política tendiente a promover la sustentabilidad y eficiencia en la asignación y uso de los recursos energéticos del país en el período bajo análisis, a partir de la aplicación de ciertas políticas explícitas, que incluyen la promoción de innovaciones sistémicas. El crecimiento de la demanda final de energía para el total del país en el período 2008-2025, presenta una tasa del 3,2% acumulativa anual (a.a.), en el caso del Escenario Tendencial y del 2,2% a.a. en el Escenario Estructural.

[3]Ver el trabajo de Nygaard, Stian (2008): Co-Evolution of Technology, Markets and Institutions. The Case of Fuel Cells and Hydrogen Technology in Europe, Lund University, Lund, especialmente página 12.
[4]Secretaría de Energía de la Nación (2008): "Elementos para el diagnóstico y desarrollo de la planificación energética nacional 2008-2025". Grupo de Planeamiento Estratégico, coordinado por Ing. Juan Legisa y Lic. Guillermo Genta, Buenos Aires, diciembre de 2008.

Prospectiva de la demanda final de energía 2004-2025.



Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2008 : 138)

En el escenario Tendencial, en términos sectoriales, los que presentarán el mayor incremento en la demanda final de energía, dentro del Escenario Tendencial, son la Industria con el 4% a.a., seguido por el No Energético (3,8% a.a.) y el Comercial y Público (3,3% a.a.). El resto de los sectores presentarán tasas de crecimiento por debajo de la media. Por su parte, en el escenario Estructural se morigera el crecimiento de la demanda final (Secretaría de Energía, 2008:139). Sólo el sector Industrial y el consumo no energético presentan tasas mayores a la media del país, como se muestra en las siguientes tablas.

Principales resultados Escenario Tendencial (miles de Tep)

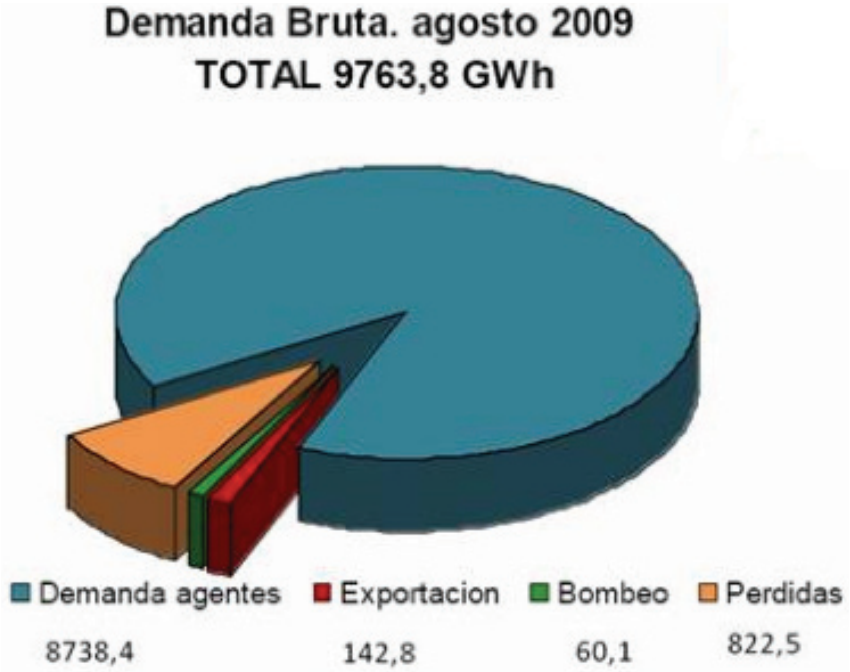
	2008	2015	2020	2025	Tasa a.a.%
Residencial	13.503	16.705	18.706	20.854	2,6%
Comercial y Público	4.689	6.255	7.266	8.198	3,3%
Industria	15.367	21.629	25.987	29.937	4,0%
Transporte	14.804	18.097	20.599	22.921	2,6%
Agropecuario	6.477	8.382	9.496	10.342	2,8%
No Energético	5.239	7.232	8.614	9.823	3,8%
TOTAL	**60.079**	**78.300**	**90.667**	**102.075**	**3,2%**
Consumo Gas Natural (MMm3/día)	70	98	116	134	3,9%
Consumo Electricidad (TWh)	125	172	206	238	3,9%

Principales resultados Escenario Estructural (miles de Tep)

	2008	2015	2020	2025	Tasa a.a.%	Ahorro
Residencial	12.780	14.542	15.415	16.328	1,5%	22,0%
Comercial y Público	4.441	5.387	5.846	6.163	1,9%	25,0%
Industria	14.876	19.490	22.391	24.879	3,1%	17,0%
Transporte	14.600	16.900	18.700	20.100	1,9%	12,0%
Agropecuario	6.197	7.421	7.956	8.199	1,7%	21,0%
No Energético	5.073	6.620	7.575	8.298	2,9%	16,0%
TOTAL	**57.968**	**70.361**	**77.883**	**83.966**	**2,2%**	**18%**
Consumo Gas Natural (MMm3/día)	66	83	93	102	2,6%	23,8%
Consumo Electricidad (TWh)	122	160	180	199	2,9%	16,4%

Fuente: Secretaría de Energía de la Nación (2008 : 139)

La demanda bruta de nuestro sistema está compuesta por la demanda de los agentes del mercado argentino, la exportación requerida por los países limítrofes y la requerida por las centrales de bombeo más las pérdidas que se producen para cumplir estos requerimientos. En éste último ítem también se engloba el consumo propio de las generadoras (ver gráfico a continuación).



Fuente: Francisco Rey et al. (2009).[5]

Desde la perspectiva de las fuentes de consumo final, en el Escenario Estructural se asume una mayor presencia de las energías modernas como el gas natural y la electricidad, y de las energías renovables. En el caso de los combustibles líquidos no se registran cambios significativos en su penetración, excepto la disminu-

[5]Ver Rey, Francisco, Coppari, Norberto y Giubergia, Jorge (2009): "Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) de agosto de 2009", CNEA, Buenos Aires

ción del consumo de gas natural en el transporte, un aumento en el uso de biocombustibles y la incipiente aparición del hidrógeno en el mediano y largo plazo del periodo considerado (2008 – 2025) (Secretaría de Energía, 2008). Con las tecnologías actuales de producción industrial y las perspectivas de cambio de las mismas, es posible afirmar que cualquier crecimiento del volumen de producción implica un crecimiento en el consumo energético.

Cubrimiento de la Demanda Pico

Otro aporte beneficioso que tienen los proyectos Hidráulicos es contribuir a asegurar el cubrimiento de la demanda en horario pico, tema de gran importancia para todo el mercado eléctrico, habida cuenta que ello significa disminuir el riesgo de cortes por déficit de oferta en el pico.

La potencia instalada actual del parque de generación está en el orden de 24.000 MW y como es sabido, siempre existe en el parque de generación un cierto grado de indisponibilidad, motivo por el cual, la potencia realmente disponible es sensiblemente menor que la potencia total del parque. En los últimos años el factor de disponibilidad ha estado cayendo sensiblemente.

En la actualidad el porcentaje de indisponibilidad es del orden del 25%, y el promedio histórico es de 21,73%, siendo la menor indisponibilidad del orden del 10%.

La oferta energética nacional

Dado el alto nivel de incertidumbre actual en el conocimiento del nivel de las reservas de petróleo y de gas natural y sobre su evolución futura, y la importancia crucial que estos recursos tienen en la matriz energética, la Secretaría de Energía (2008) decidió formular dos escenarios de producción que reflejan diferentes grados de declinación de la extracción de estos combustibles.

Escenario Base: El nivel de extracción sigue una senda declinante, llegando al año 2015 con una caída del 40% respecto a los volúmenes actuales. Ello obedece, principalmente al deterioro de la cuenca neuquina, donde al año 2015 la producción cae un 60%.

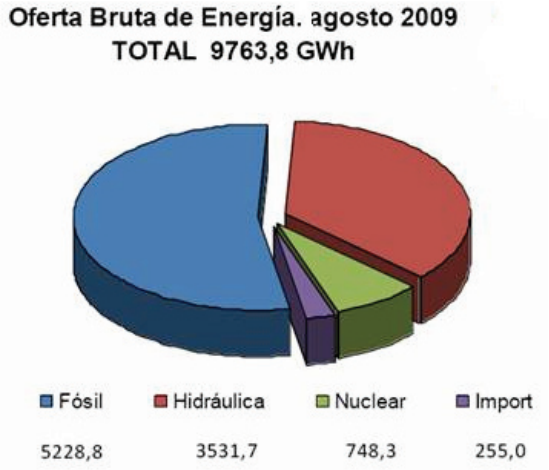
Este escenario alternativo denota una estabilización en la producción a partir del año 2011. A su vez, el aporte de las cuencas prospectivas contribuiría en este sentido a partir del año 2017. De todas formas esta estabilidad encontraría sus límites a partir de 2022 al mostrar algunas cuencas signos de agotamiento de stock de reservas, en particular la cuenca neuquina.

El subsector eléctrico está constituido por un complejo entramado de equipamiento de generación interconectado, y aislado en algunos casos, que requiere de un análisis detallado de cada uno de los nodos que lo componen y de hipótesis respecto a su futura expansión. Cuestiones tales como el retiro de máquinas existentes, la evolución de la autoproducción y la co–generación, la oferta eléctrica renovable, proyectos de

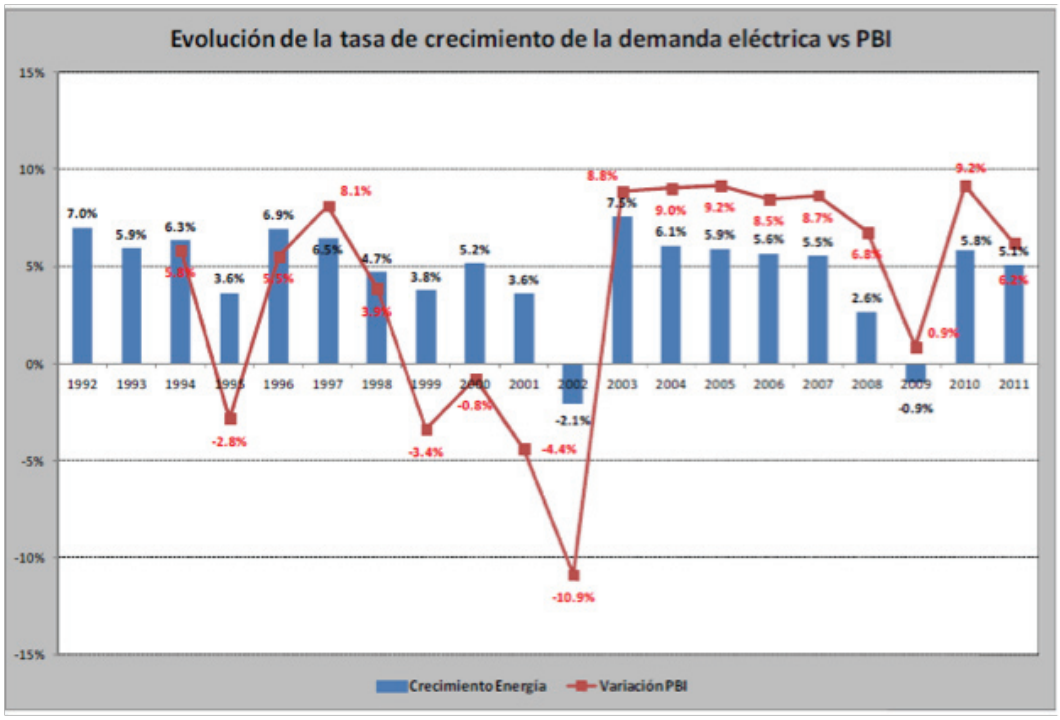
generación existentes, la evolución de la tecnología de generación existente, entre otros temas.

Los resultados de la combinación de la evolución hipotética del subsector de hidrocarburos con la del subsector eléctrico ponen de manifiesto que, en la situación de aplicación de políticas estructurales de demanda y de mayor producción de hidrocarburos, persiste un déficit de gas relativamente manejable, con un pico de 5,8 MMm³/día en el mediano plazo (2012) (Secretaría de Energía, 2008).

La oferta bruta de energía, como puede observarse en el siguiente gráfico, se obtiene de la suma de la generación térmica, hidráulica, nuclear y la importación de países limítrofes, con una participación absolutamente marginal proveniente de la oferta de las energías renovables.



Fuente: Francisco Rey et al. (2009), op cit.



Sector de energías renovables

Los estudios realizados recientemente por la Secretaría de Energía de la Nación (2009)[6], a través de su Área de Energías Renovables, con la colaboración de la organización internacional REEEP (***Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership***) y de la Fundación Bariloche, muestran un nivel importante de actividades vinculadas con el uso racional de la energía, la diseminación de nuevas fuentes de energía renovable y el desarrollo de proyectos demostrativos de nuevas tecnologías.

En este marco, la Ley Nº 26.190/06, de Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica, y de su Decreto Reglamentario 562/09, se han convertido en el principal sistema de incentivos de referencia para el desarrollo de las energías renovables en Argentina. Los esfuerzos están enfocados en la meta de abastecer el 8% de la demanda de electricidad nacional con energías renovables para el año 2016, basándose en un conjunto de beneficios tales como: una remuneración adicional sobre los precios de mercado, incentivos diferenciados por fuente durante un periodo de 15 años, un régimen de beneficios fiscales a las inversiones, etc.

Por otra parte, la experiencia internacional en materia de desarrollo de las energías renovables se ha incrementado notablemente en los últimos tiempos. Según datos de la Secretaría de Energía (2009), al menos 60 países en el mundo poseen políticas de promoción de Energías Renovables para generación eléctrica; muchas de ellas de carácter nacional. El marco regulatorio aparece como un estímulo sustancial para la innovación en este campo, conectado con las políticas de preservación del medio ambiente.

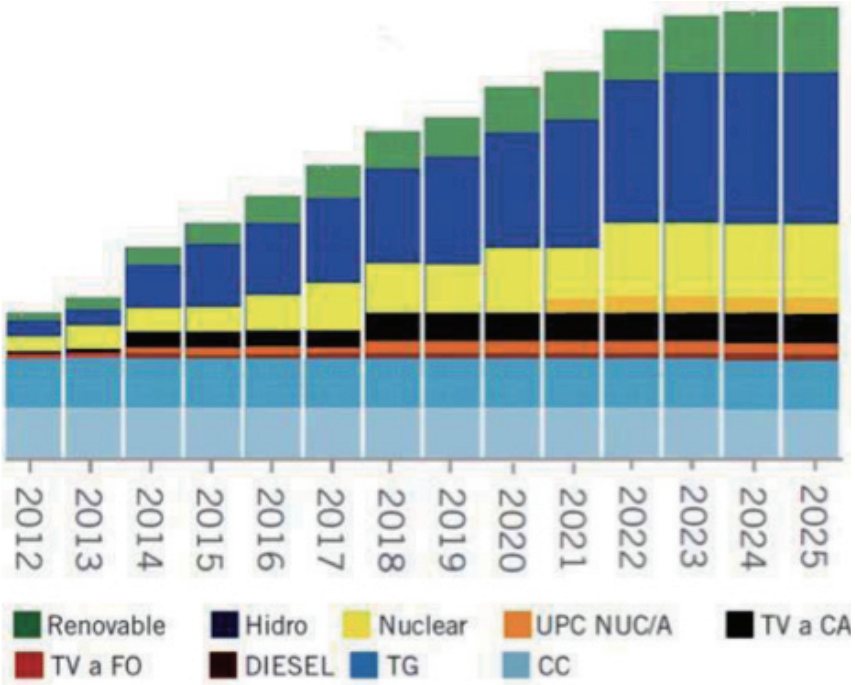
El caso español muestra que, además de las cuestiones regulatorias, también es importante abordar los aspectos sistémicos de la entrada de las renovables en las redes de interconexión, los modelos de pronóstico conectados con los estímulos tarifarios tipos "***feed*** in"[7], la modificación paulatina de la regulación del sistema eléctrico, la formación de recursos humanos conectada con la instalación y mantenimiento de los nuevos equipos, la certificación y/u homologación de los mismos, la promoción de proveedores nacionales, el apoyo a las actividades de ingeniería y diseño, entre las barreras más importantes a vencer para lograr innovaciones energéticas. A este proceso se lo denomina de co-evolución, ya que comporta cambios no sólo en diversos actores en diferentes niveles territoriales, sino también cambios institucionales, de mercados, industriales y regulatorios, además de los propiamente tecnológicos.[8]

Dos de las tres políticas más importantes para la incorporación de las energías renovables en Argentina son implementadas por la Secretaría de Energía de la Nación, a través del Programa PERMER (Energía Renovable

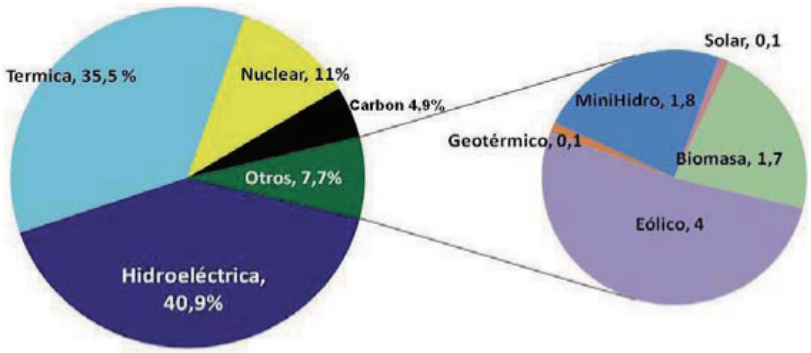
[6]Secretaría de Energía (2009): Energías Renovables. Diagnósticos, Barreras y Propuestas. Secretaría de Energía, Fundación Bariloche y REEEP, Buenos Aires.
[7]En este tipo de sistemas se paga un sobreprecio, por encima de los costos o de los precios de mercado, para cubrir costos o compensar rentabilidad de los proyectos. Es el sistema elegido por la Ley Nº 26.190. También es el sistema de incentivos elegidos por la mayoría de los países europeos, por China, Brasil, Australia y Uruguay. Otro sistema es el utilizado por EE.UU. de crédito fiscal (Tax Crédito), donde se subsidia con crédito fiscal la inversión inicial y/o la energía generada. Ver Soares et al (2009:19).
[8]Mayor información se puede obtener en http://www.aeeolica.es/

en Mercados Rurales Dispersos) y el Plan Estratégico Nacional Eólico. La otra restante es el Programa "Generación Renovable", lanzado en mayo del 2009 por el Estado Nacional, y que se encuentra en ejecución a través de la empresa ENARSA. Como corolario de esta descripción de la situación de la matriz energética Argentina en relación a las renovables, se debe enfatizar la importancia de las capacidades y competencias para un cambio innovador en el sistema energético nacional.

Estrategia de inserción de energías renovables en la matriz de generación de energía eléctrica 2025:



Un crecimiento de la demanda de energía y potencia del orden del 5% requiere aprox. 1000 MW de potencia y 6000 GWh de energía adicional anual, valores del orden de lo aportado por el complejo sobre el Río Santa Cruz.



Distribución geográfica

La distribución geográfica de los mayores aprovechamientos se muestra en el siguiente mapa

La hidroeléctrica es la mayor fuente de energía renovable explotada en el país. Más de un tercio de la electricidad generada anualmente proviene de centrales hidroeléctricas.

Argentina ha sido pionera en la materia y luego de décadas de acertada labor, ostenta un significativo desarrollo hidroeléctrico, y con el, todo el potencial técnico y humano requerido para sostener y potenciar la continuidad de su explotación.

En el contexto de la política de promoción de las fuentes renovables en general, la hidroeléctrica tiene un importante rol que cumplir, asumiendo una parte importante del incremento de oferta en generación que se deberá incorporar a los fines de alcanzar las metas y compromisos nacionales e internacionales que el país ha asumido en materia de energías renovables y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Por estas razones se pone a consideración en los puntos que se desarrollan a continuación, el estado de los estudios y proyecciones sobre el aprovechamiento hidroeléctrico LA RINCONADA, en la provincia de Neuquén, Argentina.

Descripción de la Cuenca del Río Limay

La cuenca del Río Limay comprende el sector sur de la provincia del Neuquén y el sector norte de la provincia de Río Negro. El Río Limay es uno de los principales afluentes del Río Negro y drena una superficie aproximada de 56.000 km^2

El Río Limay, topónimo que en araucano significa "transparente, límpido", se extiende a lo largo de 430 Km de noroeste a sudeste, tiene su naciente en el lago Nahuel Huapi y fluye hasta la unión con el Río Neuquén, para dar nacimiento al Río Negro. El Río Limay, alimentado por 42 lagos, presenta el Fuente: Elaboración propia en base al "Atlas digital de los recursos hídricos superficiales de la República Argentina"

El régimen propio de los cursos de agua emisarios de comarcas lacustres en las que las precipitaciones pluviales y níveas son embalsadas por esos lagos, los cuales devuelven los volúmenes de agua retenidos en forma gradual, disminuyendo así la violencia de las crecidas y aumentando el caudal de los estiajes. Al final de su recorrido se une al Río Neuquén para formar el Negro, y durante todo su trayecto es un límite natural entre estas dos provincias: del Neuquén y Río Negro.

El Río Limay nace a los 790 metros sobre el nivel medio del mar y tiene un desnivel aproximado de 500 metros. Como afluentes más importantes tiene ríos como el Traful y el Collón Curá sobre el que estará emplazado este aprovechamiento. Es considerado un ambiente lótico ya que posee un flujo unidireccional desde relieves más altos a aquellos más bajos en términos relativos respecto del nivel del mar.

El lago Nahuel Huapi, que es de origen glaciario y recibe aguas de los arroyos de cabecera, drena sus aguas a través del Río Limay y es considerado oligotrófico que significa con bajo contenido de nutrientes. Éstos llegan por sus afluentes que obtienen a su vez esos compuestos a través de su red de drenaje y del resultado de sus procesos metabólicos propios. Los emisarios son arroyos de bajo orden lótico, esto es porque se trata de un lago de altura. El suelo refleja una mayoría de componentes de origen volcánico, que aportan los sólidos y sedimentos inorgánicos y orgánicos. Los arroyos de cabecera llegan cargados de materia orgánica que se procesa en su gran mayoría en el río, principalmente en la zona litoral que se continúa de la línea de costa.

La construcción de los embalses hidroeléctricos, Alicurá, Piedra del Águila, Pichi Picún Leufú, Chocón y Arroyito, mermaron considerablemente la longitud original del Río (450 Km) a 380 Km. Estas represas juntas producen gran porcentaje de la producción de la región y el país: generan el 94% de la energía de Neuquén y aportan el 25% de la producción del país. A su vez, sobre este Río se ha construido la única planta de agua pesada de América del Sur.

En cuanto al clima, las precipitaciones en esta parte de la cordillera de los Andes son producto del ingreso de masas de aire húmedo provenientes del océano Pacífico que, por la barrera orográfica de los Andes se ven obligadas a ascender, en el ascenso se enfrían adiabáticamente por disminución de la presión atmosférica, se condensan y precipitan en forma de lluvia o nieve. Las precipitaciones del orden de 3.000 mm anuales, las más importantes, ocurren en la parte alta de la cordillera, en el límite con Chile. En la parte oriental de la cuenca la precipitación media anual es sólo 200 mm.

Esta brusca variación es causada por la pérdida de gran parte de la humedad de las masas de aire en la muralla cordillerana y en otras barreras orográficas que se interponen entre uno y otro extremo de la cuenca. Hacia el oeste se ubican los Bosques Patagónicos, también conocidos como Subantárticos o Andinos-Patagónicos, formando una estrecha franja recostada sobre el macizo cordillerano desde el norte del Neuquén hasta Tierra del Fuego e Isla de los Estados. Especies características de esta zona son el coihue, urmo, alerce, mañiú, mañiú hembra, avellano, lingue, tique, tineo, etc. y numerosas enredaderas, epífitas y parásitas. La precipitación promedio disminuye hacia el este rápidamente y el bosque se empobrece en géneros y especies: predomina el género Nothofagus, como ñire, lenga, raulí, roble pellín, acompañadas de ciprés, notro, radal, pehuén (en la franja norte) y otras. Las principales especies de fauna de los Bosques Patagónicos son el puma, dos cérvidos endémicos: pudú, el más pequeño del mundo, y huemul, un pequeño marsupial llamado «monito del monte», gato huiña, huillín, tuco-tuco social y otras especies.

La estepa se hace presente sobre la desembocadura del río, es un ambiente donde el viento que sopla del oeste barre la Patagonia con fuerza y tenacidad evaporando la humedad y creando un clima de extrema aridez. En un entorno de tonos amarillentos y ocres-verdosos se combinan los coirones, pastos duros, con arbustos redondeados como el neneo, que viven adosados al suelo para protegerse del viento y la sequía, sólo árboles como el sauce y el maitén, crecen en aquellos suelos húmedos a orillas de los ríos o en los cañadones más resguardados del viento.

En sus aspectos Hidrológicos la cuenca del Río Limay se caracteriza por tener gran cantidad de afluentes que drenan alrededor de 40 lagos de origen glaciario pero son 8 los más importantes.

Lago	Superficie Km^2
Nahuel Huapí	557
Huechulafquen	104
Traful	70
Aluminé	57
Lolog	35
Guillén	30
Tromen	125
Filohuehuen	11

Estos lagos constituyen el 91.3% de la superficie total de los lagos de la cuenca del Río Limay. Los arroyos que nacen de estos lagos se ubican sobre los andes patagónicos fueguinos. Los lagos más importantes de norte a sur son el Aluminé de 57 Km^2, Huechulafquen con 104 Km^2 de superficie y el más extenso del Parque Nacional Lanín, Lolog, con una superficie de 35 Km^2. El lago Traful de unos 70 Km^2 de superficie, ubicado a 975 m snm y el Nahuel Huapi, de unos 557 Km^2 es el más extenso de la cuenca y se encuentra a una altura de 764 m s.n.m.

Entre los ríos más importantes de la cuenca se encuentra el Aluminé que nace del lago homónimo y recorre 170 Km de norte a sur y desemboca en el Río Collón Curá.

El Río Collón Curá que resulta de la confluencia del Río Aluminé con el Río Chimehuin y recorre 70 Km hasta su desembocadura en el Río Limay. Otros ríos importantes son el Caleufú que recorre 50 Km para desembocar en el Río Collón Curá, el Río Pichi Leufú que recorre una longitud de 70 Km. Otros ríos, que constituyen esta cuenca, son el Picún Leufú, Comayo, el Cullín Manzano, y el Catan Lil. Por último el Río más importante de esta cuenca es el Río Limay que nace del extremo oriental del lago Nahuel Huapi, en su trayecto recorre alrededor de 400 Km y se dirige hacia el noreste donde se une al Río Neuquén para dar origen al Río Negro.

Sobre el Río Limay se construyeron 5 represas cuyo principal objetivo es la generación de energía hidroeléctrica. Para la descripción de estas represas se seguirá un orden desde la alta a la baja cuenca. La primera es Alicurá con una producción media anual de 2360 GW/h, le sigue Piedra del Águila con 5600 GW/h, aguas arriba de la desembocadura del arroyo Pichi Picún Leufú se encuentra la represa homónima con una producción media anual de 1050 GW/h. A continuación se encuentra la represa más conocida denominada El Chocón, que genera 3100 GW/h y por último se encuentra la represa Arroyito que genera 720 GW/h al año y tiene la particularidad de contar con una planta de producción de agua pesada para el uso interno y externo.

En cuanto a sus aspectos Socio-económicos en la cuenca se desarrollan actividades económicas relacionadas con la minería, el turismo y agrícola-ganaderas. De estas últimas se destaca la actividad frutícola de la denominada unidad económica "Alto Valle del Río Negro" situado en la confluencia del Río Neuquén y Limay, y parte del Río Negro que nace de dicha confluencia. También hay que señalar que a 54 Km al sur de la ciudad de Neuquén, en la confluencia de la Ruta Nacional 22 y la Ruta Nacional 237 se encuentra, en cercanías de la represa de Arroyito, la única planta que produce agua pesada en Sudamérica, necesaria para el funcionamiento de las plantas nucleares argentinas y, en algunas ocasiones, también se exporta.

En relación a la ganadería esta zona si bien no es explotada en todo su potencial, se observa la cría de ovinos y caprinos; las condiciones de los embalses son propicias para la cría de salmónidos, actividad que se desarrolla a lo largo del río.

Caso de estudio La Rinconada

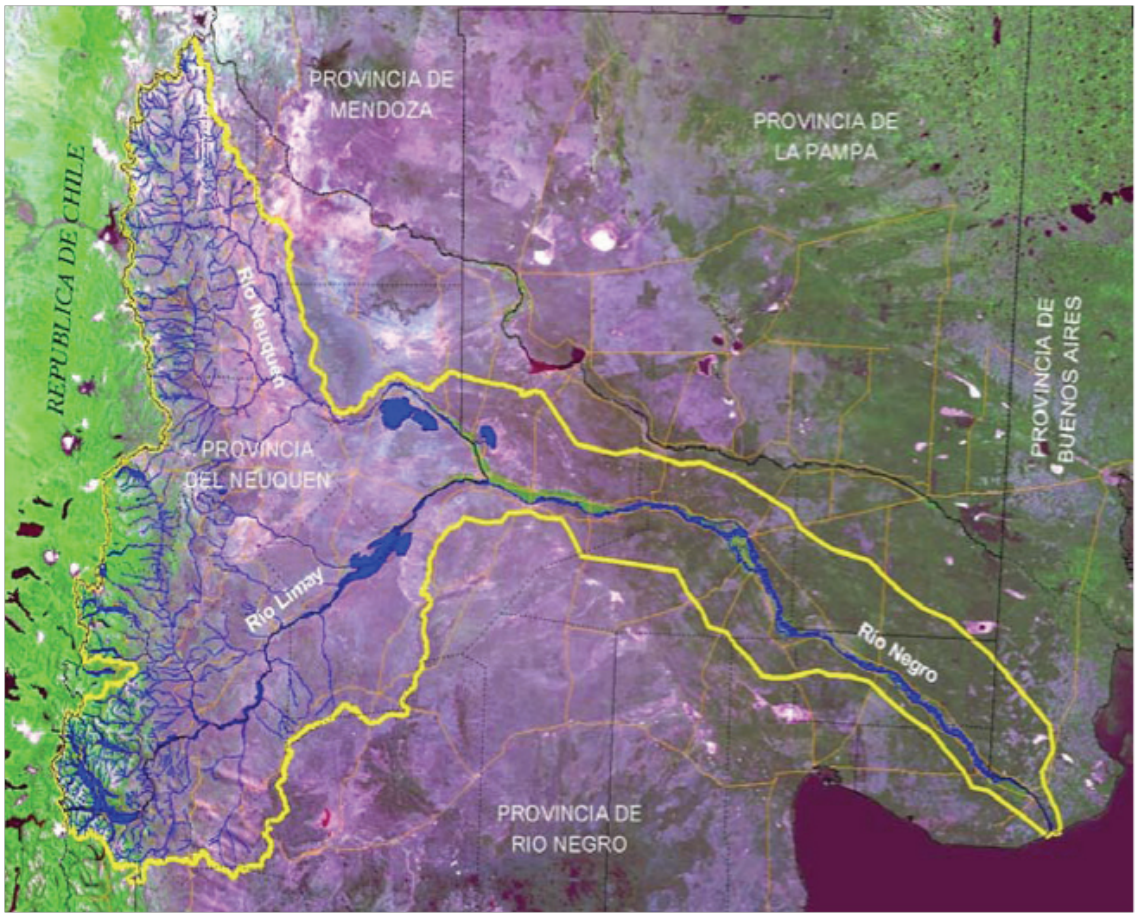
Descripción

El objetivo del Proyecto consiste en la construcción de un aprovechamiento hidroeléctrico sobre la subcuenca del Río Aluminé sobre el Río Collón Curá en la Provincia del Neuquén.

Este Río, nace en la vertiente Este de la Cordillera, en el Lago Aluminé y se dirige hacia el Sur. Junto con su afluente principal, el Río Chimehuín forma el Río Collón Curá, que desemboca en el Río Limay aguas arriba del embalse de Piedra del Águila.

El aprovechamiento hidroeléctrico de esta cuenca comprende, en orden descendente, las siguientes plantas: "Rincón de la Medialuna", "Talhelum", "La Rinconada" y "Corral de Piedra" (Collón Curá).
Las centrales de Alicurá, Piedra del Águila y la futura central de Collón Curá, constituyen lo que se ha denominado el Complejo Alicopa.

El área del aprovechamiento cubre unos 40 km que deberán estar sujetos a un proceso de expropiación.
En la figura se muestra el mapa del área del aprovechamiento La Rinconada en la provincia de Neuquén.



En la siguiente figura puede observarse la multiplicidad de recursos disponibles en el área bajo estudio de las cuencas y subcuencas del Río Limay.

Vinculación eléctrica

La vinculación con el nodo eléctrico más cercano se encuentra a unos 80 km y deberá ser cubierto mediante una doble terna en 132 kV para vincularlo al de 500 KV del Comahue.

Para llevar adelante esta vinculación deberá iniciarse un proceso de declaración de utilidad pública.
La vinculación eléctrica en la Central de La Rinconada y la ET de Piedra del Aguila aportará 200 MW al sistema interconectado y reforzará el nodo del Comahue. Para ambas estaciones transformadoras deberán preverse 10.000 y 15000 m^2 respectivamente, siendo el caso de Piedra del Aguila una ampliación de la existente.

Zona de emplazamiento y accesos

La zona del emprendimiento se encuentra a 8 km del pueblo La Rinconada y aproximadamente a 25 km de la ciudad de Junín de los Andes.

La ruta Nº 234 empalma con la ruta Nº 40, que a su vez entrelazan a la ruta Nº 237 que vincula San Carlos de Bariloche y Junín de los Andes.

Proyecto

El aprovechamiento de La Rinconada prevé la utilización de un salto de 55 metros y con un caudal medio anual de 222 m^3/s.

La regularidad hidrológica permite generar energía a un coste relativamente bajo, lo que configura un panorama favorable para la sustitución de la generación de origen térmico.

La energía que aportará al MEM será de 860 GWh anuales.

Características de la planta

La central hidroeléctrica de La Rinconada será diseñada de acuerdo a los siguientes parámetros base:

APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO LA RINCONADA	
Caudal de Diseño	222 m^3/s
Potencia Instalada	200 MW
Energía media anual	860 GWh
Factor de utilización	49%
Turbinas	2 maquinas Francis
Transformadores	2 de 120 MW
Embalse superior	280 hm^3 de capacidad útil

Cuadro resumen del Aprovechamiento

DATOS GENERALES	
Propósito principal	GENERACIÓN DE ENERGIA
Otros propósitos	NO TIENE
Nivel alcanzado	INVENTARIO (NIVEL DE SISTEMAS - ETAPA DE SELECCION)
Autor del proyecto	HIDRONOR S.A.

DATOS HIDROLÓGICOS	
Módulo del río	
Magnitud de las crecidas	222 m^3/seg.
de desvío del Río (recurrencia)	3.230 m^3/seg. (25 años)
de proyecto	8.250 m^3/seg. (CMP)

VERTEDERO	
Tipo superficial, controlado con compuertas, integrado al cuerpo de la presa	
Caudal de diseño	5.480 m^3/seg.
Dimensiones de la estructura	
Ancho	83,60 metros
longitud total	65 metros
Compuertas de operación	
cantidad	7
tipo	Radial
dimensiones (ancho/altura)	9,20 / 13,00 metros
Disipador de energía salto de esquí	

PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA	
potencia a instalar	200 MW.
energía media anual teórica	860 GWh.
factor de planta	0,49

COMPONENTES PRINCIPALES DEL APROVECHAMIENTO	
PRESA	
tipo	gravedad, de hormigón colado
VERTEDERO	
altura máxima	61 metros
coronamiento	
cota	710,00 m.s.n.m.
longitud	740 metros
ancho	10 metros
taludes	
aguas arriba	Vertical
aguas abajo	1V:0,75H
TOMA	
tipo	incorporada al cuerpo de la presa
aberturas de toma	
cantidad	4
dimensiones (ancho/altura)	7,80 / 15,20 metros
compuertas de servicio	
cantidad	2
tipo	Plana
dimensiones (ancho/altura)	7,50 / 7,50 metros

CONDUCCIÓN FORZADA	
tipo	incorporada al cuerpo de la presa, con blindaje de acero de19 mm. de espesor
cantidad de conductos	2
dimensiones	
diámetro	7,50 metros
longitud	64 metros
CENTRAL	
tipo	exterior, ubicada a pie de la presa
dimensiones del edificio	
largo	64,20 metros
ancho	20,00 metros
salto de diseño	54,50 metros
caudal instalado	460 m^3/seg.
turbinas	
cantidad	2
tipo	FRANCIS (de eje vertical)
potencia nominal de cada unidad	100 MW.
RESTITUCIÓN	
tipo	canal de sección rectangular
capacidad de conducción	460 m^3/seg.
longitud	45 metros
NIVELES	
máximo extraordinario (NmáxE)	708,03 m.s.n.m.
máximo normal (NmáxN)	705,00 m.s.n.m.
mínimo de operación (NmínO)	697,00 m.s.n.m.
mínimo extraordinario (NmínE)	693,00 m.s.n.m.
VOLUMEN	
total del embalse a NmáxN	922 Hm^3
de operación	279 Hm^3
área a NmáxN	36,7 Km^2

Volúmenes a movilizar durante la construcción de la obra

ITEM	UNIDAD
excavación en roca	300.300 m^3
excavación subterránea	118.400 m^3
macizos compactados	352.300 m^3
hormigón	654.240 m^3
cemento	146.610 ton
acero	11.850 ton

Inversión prevista

Plazo estimado de ejecución de la obra: 54 meses

Costo total de la obra: 210 millones de U$S**

** Estimado y con un análisis a valores del año 2010. Cifra que deberá consolidarse con nuevas proyecciones y actualizaciones.

Evaluación ambiental del Proyecto La Rinconada

Identificación de los componentes pasibles de impactar sobre el ambiente. Según el Ranqueo de Sensibilidad Ambiental, el proyecto La Rinconada es de sensibilidad ambiental baja aunque con un riesgo de probable inaceptabilidad social del proyecto.

Debe tenerse fundamentalmente en cuenta que existen normativas provinciales que dificultarían la realización del emprendimiento, y que la existencia de Parques Nacionales cercanos y sitios de elevado valor turístico pueden ser un aspecto ambiental de mucho peso a la hora de evaluar la factibilidad ambiental.

Los principales elementos del medio ambiente a intervenir corresponderían a la geología, geomorfología y suelos de la zona donde se construiría la Central; el área de inundación del valle del Río Aluminé – Collón Curá; el camino de acceso a las obras de la Central; la hidrología de la cuenca del Río Aluminé- Collón Cura; la limnología del sistema hídrico de la zona de influencia; la vegetación, flora y fauna del área de influencia del proyecto; el medio socioeconómico y el paisaje.

Los principales impactos negativos serían el aumento de ruido durante la construcción; las modificaciones del caudal del Río Aluminé- Collón Curá con sus consecuentes impactos sobre el Embalse Piedra del Águila; el aumento de la susceptibilidad de erosión de los suelos provocado por las excavaciones necesarias para implantar la casa de máquinas de la Central; pérdida de cubierta vegetal por la construcción del proyecto, con el consiguiente deterioro del hábitat local para la fauna; la alteración de la fauna íctica del Río Aluminé-

Collón Curá; la desvalorización de los terrenos cercanos al área de la Central; la inundación de terrenos e infraestructura ubicada en la margen del Río Aluminé- Collón Curá y la alteración del paisaje en el área de influencia del proyecto.

Los principales impactos positivos serían: el aumento del nivel de empleo durante la construcción; la continuidad del desarrollo de las actividades económicas, aumento de la capacidad de generación y transporte de electricidad en el Sistema Interconectado, y mejoramiento de la calidad de vida por mayor seguridad de abastecimiento y disminución del costo de la energía. Podrían eventualmente desarrollarse nuevas actividades económicas asociadas a recreo y turismo.

Entre las medidas de mitigación propuestas estarían: la capacitación del personal en relación a los métodos correctos de trabajo que disminuyan la generación de ruido durante la construcción; las precauciones a tomar para evitar la caída de escombros, desechos y otros contaminantes a los ambientes asociados al proyecto; la canalización de aguas lluvia y la fertilización y revegetación de suelos para minimizar y controlar la erosión asociada a la construcción del proyecto; las precauciones para la protección de la flora y fauna; y las acciones para aminorar los impactos en el paisaje. Se deberá trabajar muy especialmente en las medidas para proteger la fauna del área de inundación. Las medidas de restauración considerarían, fundamentalmente, la revegetación de terrenos intervenidos con árboles y arbustos, y la limpieza de aguas accidentalmente contaminadas.

Finalmente, se considera compensar a los propietarios afectados por pérdida de suelos o externalidades negativas generadas por el desarrollo del proyecto; y a los habitantes de la zona de influencia del proyecto ante las modificaciones de su ambiente de desarrollo.

La realización de una Evaluación Ambiental Estratégica es imprescindible para determinar la viabilidad ambiental del proyecto.

El conjunto de obras que componen el aprovechamiento de La Rinconada se resume como sigue:

Un embalse superior de 280 hm^3 de capacidad útil, creado por una presa de gravedad de hormigón con un vertedero y obra de toma incorporados a la misma. La Casa de máquinas, a pie de presa, alberga dos turbogrupos tipo Francis que restituyen el agua turbinada directamente al Río. Sobre la margen izquierda se ubican tres túneles excavados en roca para el desvío del Río en la etapa de construcción y previsiblemente para uso posterior como descargador de fondo de la presa.

Evaluación comparativa de La Rinconada

A los efectos de determinar el impacto global de este emprendimiento y de entender la importancia del mismo, se evalúan para varios aprovechamientos hidroeléctricos tres componentes sectoriales: el económico, el técnico y el ambiental; y un cuarto que establece un orden de viabilidad multicriterio. Esto se hace para

treinta proyectos y presenta sugerencias de acciones a seguir para el corto, mediano y largo plazo.

En consecuencia, se estima que como mínimo, el desarrollo de las primeras etapas del proceso de identificación para el aprovechamiento energético y su compatibilización con los múltiples usos del recurso, es decir las evaluaciones de inventario y prefactibilidad, deberán ser ampliadas por los oferentes o los estados que la impulsen. Estos estudios deberán al menos establecer:

- Análisis completo de los antecedentes disponibles de las cuencas hídricas, su uso energético y su compatibilización con el aprovechamiento integral del recurso.
- Desarrollo de las tareas de ingeniería necesarias para obtener proyectos confiables a nivel de prefactibilidad técnica y económica.
- Análisis a nivel de cuenca. Planteo de alternativas en la etapa de inventario.
- Desarrollo de estudios básicos y trabajos de campaña.
- Estudios de optimización del uso del recurso.
- Diseño del lay–out de las obras.

Evaluación técnica, económica y ambiental de la cuenca.

En el presente estudio, y como paso previo a la actualización y elaboración de un catálogo de proyectos de inversión, se realizó una evaluación preliminar de los estudios de aprovechamientos hidroeléctricos, indicados por la Secretaría de Energía, para calificarlos en forma expeditiva y establecer un orden de mérito teniendo en consideración las siguientes áreas temáticas: Técnica, Ambiental y Económica.

Existe documentación disponible sobre el conjunto de proyectos de aprovechamientos hidroeléctricos indicados por la Secretaría de Energía, para establecer un orden de jerarquía de viabilidad de los proyectos mediante la aplicación de una matriz multicriterio, diseñada al efecto, sobre la base de los resultados de los estudios expeditivos Técnicos, Ambientales y Económicos.

Los proyectos evaluados de la cuenca se presentan en la **Tabla Nº 1**, ordenados de acuerdo con su localización geográfica y por último de agua arriba hacia agua abajo de cada río.

Provincia Neuquén Río	Nª de Orden Aprovechamiento	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Factor de Planta	Nivel de Estudio	Año del Estudio	Plazo Obra [años]
Neuquén	El Chihuido I	850	2600	34.92%	Proyecto Básico	1990	5
	El Chihuido II – AyEE	228	1087	54.42%	Factibilidad	1991	5
	El Chihuido II Provincial	234	1075	52.44%	Factibilidad	1998	5
	El Chañar	69	366	60.55%	Proyecto Básico	1983	3
	Rincón de la Medialuna	270	1127	47.65%	Prefactibilidad	1984	6
Aluminé	Talhelum	240	1008	47.95%	Factibilidad	1984	5
	La Rinconada	200	860	49.09%	Prefactibilidad	1984	4
	Collón Curá	376	1492	45.30%	Prefactibilidad	1986	4

Evaluación técnica

La evaluación comprende la categorización del grado de desarrollo de los proyectos conforme a las definiciones del "Manual de Procedimientos para la Estimación de Costos de Construcción de Aprovechamientos Hidroeléctricos" y su calificación según el grado de desarrollo dentro de cada etapa. La categorización de los proyectos, se establecen en Inventario; Prefactibilidad; Factibilidad y Proyecto Básico.

La metodología de evaluación es la siguiente: al final de cada Etapa se agrega la siguiente y se obtiene una escala global de 40 puntos (desde Inventario 1 hasta Proyecto Básico 10) que representa el estado de avance de los proyectos desde Inventario con mínimo nivel de desarrollo hasta Proyecto Básico en condiciones de ser licitado.

Haciendo uso de los elementos enunciados, se califica cada disciplina por separado en "Calificación de Aspectos Civiles" y "Calificación de Aspectos Hidroelectromecánicos".

En cada caso se toma como referencia el alcance de las definiciones del Manual de Costos para las cuatro etapas de proyecto y se establece el grado de desarrollo de los trabajos evaluados, permitiendo así arribar a las calificaciones parciales del proyecto.

La calificación final se establece mediante un proceso de aproximación consistente en analizar en pasos sucesivos:

- Promedio de las calificaciones de ambas disciplinas;
- Análisis específico del contenido global del proyecto;
- Ajuste de la calificación final

En la **Tabla Nº 2** se detalla el resultado de las calificaciones efectuadas para la totalidad de los proyectos, incluidos los de la cuenca.

Provincia	Río	Denominación del Proyecto	Potencia Instalada (MW)	Energía Generada GWh/año	Nivel de avance	Calificación
Neuquén	Neuquén	El Chañar	69	336	Proyecto básico	4
Chubut	Carrenleufú	La Elena	102	649	Proyecto básico	2
Santa Cruz	Santa Cruz	Cóndor Cliff	1400	3200	Factibilidad	4
Santa Cruz	Santa Cruz	La Barrancosa	750	1700	Factibilidad	3
Neuquén	Neuquén	El Chihuido II	228	1087	Factibilidad	2
Mendoza	Mendoza y Tunuyán	Cordón del Plata Ia	66.23	178	Factibilidad	1
Mendoza	Mendoza y Tunuyán	Cordón del Plata Ib	12	52.5	Factibilidad	1
Mendoza	Mendoza y Tunuyán	Cordón del Plata Ic	768.6	2060	Factibilidad	1
Chubut	Hielo	Río Hielo	50	328	Prefactibilidad	10
Neuquén	Limay	Collón Curá	376	1492	Prefactibilidad	10
Chubut	Carrenleufú	Puesto Bustos	115	560	Prefactibilidad	8
Mendoza	Tunuyán	Los Blancos I	324	900	Prefactibilidad	8
Mendoza	Tunuyán	Los Blancos II	119	380.	Prefactibilidad	8
Salta	Bermejo	Zanja del Tigre	234	945,00 / 1.060,00	Prefactibilidad	8
Chubut	Carrenleufú	Frontera II	80	419	Prefactibilidad	6
Mendoza	Diamante	El Baqueano	190	453	Prefactibilidad	6
Mendoza	Mendoza y Tunuyán	Cordón del Plata II	214.2	443.1	Prefactibilidad	6
Chubut	Carrenleufú	La Caridad	64	273	Prefactibilidad	5
Neuquén	**Aluminé**	**La Rinconada**	**200**	**860**	**Prefactibilidad**	**5**
Neuquén	Aluminé	Rincón de la Media Luna	270	1127	Prefactibilidad	5
Neuquén	Aluminé	Talhelum	240	1008	Prefactibilidad	5
Chubut	Carrenleufú	Jaramillo	18	70.8	Prefactibilidad	4
Mendoza	Mendoza y Tunuyán	Cordón del Plata III	319,2+5,46 = 324,66	545,2+14,8 = 560,00	Prefactibilidad	4
Catamarca / Tucumán	Gastona y Medina	Potrero del Clavillo	120	375	Prefactibilidad	4
Mendoza	Grande	Valle Noble	50	363	Prefactibilidad	2
Mendoza	Grande	El Montañés	50	340	Prefactibilidad	2
Mendoza	Grande	Los Mallines	55	398	Prefactibilidad	2
Mendoza	Grande	Portezuelo del Viento	90	690	Prefactibilidad	2
Mendoza	Grande	Rincón de los Godos	30	250	Prefactibilidad	2
Río Negro	Río Negro	Sistematización del Río Negro Superior	94	801	Inventario	5

Evaluación ambiental expeditiva. Metodología

Para la Evaluación Ambiental Expeditiva se ha diseñado un procedimiento ad hoc, fundado en metodologías comprobadas para la evaluación ambiental de alternativas y en metodologías basadas en listas de control tipo cuestionario para la elaboración y revisión de Estudios de Impacto Ambiental. Asimismo, para la construcción de los indicadores y su ponderación, se han tenido en cuenta los avances en el estado del arte en relación con las pautas ambientales para obras hidráulicas y lo recomendado en diversos manuales de organismos de destacada trayectoria Internacional.

La metodología utilizada comprende seis etapas:

Etapa I: Análisis de la información. Se analizó la información del proyecto con interés ambiental; luego, la misma se clasificó de acuerdo con su nivel de disponibilidad en las siguientes categorías:

– Baja: muy poca información y/o muy desactualizada.
– Aceptable: documentación mínima indispensable disponible y actualizada.
– Muy buena a excelente: documentación diversa y actualizada.

Etapa II: Primera clasificación de proyectos. Restricción Ambiental en el área del emprendimiento: Se utiliza para identificar aquellos proyectos que podrían provocar serios impactos ambientales negativos en caso de realizarse el emprendimiento en las condiciones en las que se encuentra previsto al momento de la evaluación. Se trata de advertir sobre la sensibilidad del medio en relación con el aprovechamiento proyectado. Para ello se han seleccionado tres indicadores que se consideran restricciones ambientales severas para llevar a cabo un proyecto de la naturaleza de los analizados. Estos indicadores son: Áreas Naturales Protegidas, Sitios Arqueológicos identificados formalmente y Comunidades Indígenas registradas fehacientemente en el área del emprendimiento. Si el proyecto se localiza en un área que posee alguno, varios o todos estos atributos, se clasifica como de Alta Sensibilidad Ambiental. Si obtiene una calificación de Alta Sensibilidad Ambiental en este nivel de selección, implica que el proyecto, necesariamente requiere una verificación por parte de la Secretaría de Energía, en cuanto al ajuste de la información específica, a las características propias del proyecto, cualquiera sea su desarrollo, y a la consulta a los diferentes actores sociales, tanto públicos como privados, con interés en el área del emprendimiento. A pesar que esta primera calificación impone un fuerte condicionante a la prosecución del emprendimiento en las condiciones que lo caracterizan hasta el momento, se consideró de utilidad avanzar en el análisis ambiental, de modo de obtener una visión integral en términos de la sensibilidad del medio con respecto al proyecto. Pero es importante aclarar que la calificación obtenida en esta primera clasificación es condicionante de la que alcanza al final de la evaluación.

Etapa III: Análisis ambiental: Se confeccionó un formulario con un cuestionario de 14 preguntas, que consideran los principales impactos sobre los componentes ambientales (naturales y antrópicos) en las distintas etapas de desarrollo de los proyectos hidroeléctricos. Este formulario tiene por objeto determinar la existencia, y en algunos casos la magnitud del impacto, según la ponderación dada a los indicadores ambientales.

Etapa IV: Categorización ambiental: Una vez completada la lista de verificación se obtiene un puntaje para la calificación de cada uno de los aprovechamientos que conforman el conjunto analizado. De tal manera, se obtienen tres categorías de proyectos en relación con su probable impacto ambiental:

– Nivel I: Baja Sensibilidad Ambiental.
– Nivel II: Moderada Sensibilidad Ambiental.
– Nivel III: Alta Sensibilidad Ambiental.

Etapa V: Pautas de gestión: recomendaciones específicas. Dadas las categorías establecidas en la etapa anterior, se fijaron tres tipos de requerimiento para profundizar el análisis ambiental de los proyectos.

– Verificación especial por parte de la Secretaría de Energía: implica un proceso de búsqueda de mayor información y consulta con otros organismos públicos involucrados.
– Evaluación Ambiental Estratégica: la EAE es un instrumento de ordenamiento y gestión ambiental que involucra un proceso sistemático para evaluar, en los primeros estadios del proceso de toma de decisión, la calidad y consecuencias ambientales de las políticas, planes y programas, de manera de asegurar la completa integración de lo ambiental en el planeamiento estratégico. A los efectos de la presente Evaluación Ambiental Expeditiva, incluye la consideración de efectos sinérgicos con otros proyectos de desarrollo regional o con políticas de desarrollo (por ejemplo, turismo, forestación, etc.) además de procesos de consulta con todos los actores involucrados.
– Evaluación de Impacto Ambiental: La EIA es el procedimiento técnico administrativo para identificar, pronosticar, interpretar, comunicar y mitigar los efectos de un proyecto, obra o actividad sobre el ambiente natural y antrópico. Busca, como instrumento del planeamiento ambiental, proceder a la aprobación, modificación o rechazo de tal proyecto.

Etapa Vl: Matriz de integración ambiental: Se presenta en forma integrada y resumida la Evaluación Ambiental Expeditiva del conjunto de los 30 proyectos seleccionados por la Secretaría de Energía. Consiste en una matriz de doble entrada, que en sus filas contiene el listado de los proyectos considerados agrupados por provincias y presentados en orden geográfico de Norte a Sur de acuerdo a la localización geográfica del río, y de aguas arriba hacia aguas abajo en cada Río o subcuenca. En las columnas, por su parte, se presentan las etapas de análisis desarrolladas precedentemente.

En la **Tabla Nº 3** se puede observar el valor del Puntaje Ponderado Ambiental y la categoría de Sensibilidad Ambiental asignada a cada proyecto.

Tabla Nº 3: Calificación Ambiental

Provincia	Río	Nª de Orden	Aprovechamiento	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh año]	Puntaje Ponderado Ambiental	Sensibilidad Ambiental
Salta	Bermejo	1	Zanja del Tigre	234	945	424	Alta
Tucumán Catamarca	Gastona Medina	2	Potrero del Clavillo	120	375	324	Alta
Mendoza	Mendoza	3	Cordón de Plata II	214	443	320	Alta
		4	Cordón de Plata I	847	2291	361	Alta
		5	Cordón de Plata III	319	545	322	Moderada
	Tunuyán	6	Los Blancos I	324	900	266	Baja
		7	Los Blancos II	119	380	246	Baja
	Diamante	8	El Baqueano	190	453	196	Baja
	Grande	9	La Estrechura / Valle Noble	50	363	429	Alta
		10	Risco Negro / El Montañés	50	340	409	Moderada
		11	El Seguro / Los Mallines	55	398	434	Moderada
		12	Portezuelo del Viento	90	690	445	Alta
		13	Rincón de los Godos	30	250	460	Alta
Neuquén	Neuquén	14	El Chihuido I	850	2600	400	Alta
		15	El Chihuido II – Provincial –	228	1087	359	Moderada
		15	El Chihuido II – AyEE.–	234	1075	359	Moderada
		16	El Chañar	69	366	271	Moderada
	Aluminé	17	Rincón de la Medialuna	270	1127	388	Moderada
		18	Talhelum	240	1008	433	Alta
		19	**La Rinconada**	**200**	**860**	**308**	**Baja**
		20	Collón Curá	376	1492	338	Baja
Río Negro / Neuquén	Limay	21	Michihuao	621	2869	367	Moderada
Río Negro	Río Negro	22	Sistematización Río Negro Superior	94	801	440	Alta
Chubut	Carrenleufú	23	Jaramillo	18	71	323	Moderada
		24	La Caridad	64	273	266	Baja
		25	La Elena	102	649	317	Moderada
		26	Río Hielo	50	328	267	Alta
		27	Puesto Bustos	115	560	298	Alta
		28	Frontera II	80	419	278	Moderada
Santa Cruz	Santa Cruz	29	Cóndor Cliff	1400	3200	264	Moderada
		30	La Barrancosa	750	1700	264	Moderada

Evaluación económica expeditiva

Se ha procedido a determinar el costo medio de la energía generada por cada aprovechamiento calculando los intereses intercalares partir del plazo de ejecución de las obras previsto en cada proyecto, considerando una vida útil de 30 años y una tasa de descuento del 10%.

Se ubicaron los proyectos en orden creciente de costo medio de energía generada y se ha observado que a partir del proyecto Sistematización del Río Negro Superior, ese costo se incrementa sustancialmente. En la **Tabla Nº 4** se observa el resultado obtenido

Tabla Nº 4: Calificación Económica

APROVECHAMIENTO	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Factor de Planta	Costo de energía Índices BUREAU [U$S/MWh]	Orden de Mérito
La Elena	102	649	73%	25,38	1
El Seguro (Los Mallines) (**)	55	398	83%	32,32	2
Talhelum	240	1.008	48%	32,65	3
Rincón de la Media Luna	270	1.127	48%	36,48	4
Portezuelo del Viento (**)	90	690	88%	38,14	5
El Chihuido II 234 MW (*****)	234	1.075	52%	38,81	6
Frontera II	80	419	60%	40,66	7
Rincón de los Godos (**)	30	250	95%	42,10	8
La Rinconada	**200**	**860**	**49%**	**42,17**	**9**
El Chihuido II 228 MW – AyEE–	228	1.087	54%	43,33	10
Collón Curá	376	1.492	45%	44,24	11
Río Hielo	50	328	75%	44,99	12
El Chihuido I	850	2.600	35%	45,60	13
Cordón del Plata Fase I y II (*)	1.061	2.733	29%	45,91	14
La Caridad	64	273	49%	47,30	15
La Estrechura (Valle Noble) (**)	50	363	83%	47,71	16
Puesto Bustos	115	560	56%	48,20	17
Cordón del Plata Fase III	319	545	19%	51,72	18
El Chañar	69	366	61%	53,20	19
Los Blancos II	119	380	36%	56,52	20
Risco Negro (El Montañés) (**)	50	340	78%	58,41	21
Michihuao	621	2.869	53%	61,28	22
Cóndor Cliff	1.400	3.200	26%	62,22	23
Los Blancos I	324	900	32%	64,97	24
La Barrancosa	750	1.700	26%	76,00	25
El Baqueano (*)	190	453	27%	76,25	26
Sist. Río Negro Superior (***)	94	801	97%	87,69	27
Zanja del Tigre	234	945	46%	161,18	28
Potrero del Clavillo (*)	120	375	36%	173,48	29
Jaramillo (****)	18	71	45%	–	30

Para cada proyecto se ha elaborado un índice ambiental y un índice que integra las evaluaciones técnica y económica.

El índice ambiental se ha calculado proporcionalmente al Puntaje Ponderado Ambiental calculado en el informe Evaluación Ambiental Expeditiva.

Por su parte, se ha calculado el índice Técnico– Económico aplicando al costo medio de la energía de cada proyecto los índices de compatibilización recomendados en el informe de revisión y actualización del Manual de Procedimientos para Estimaciones de Costos de Construcción de Aprovechamientos Hidroeléctricos (1987). En ese informe se plantean índices de compatibilización para cada frente de obra, que tienen en cuenta el grado de avance de los estudios y el criterio del proyectista (optimista, normal o pesimista). Sin embargo, en este caso se han aplicado índices en forma global. El Índice de Jerarquía de Viabilidad Multicriterio se ha calculado mediante la ponderación del Índice Ambiental y del Índice Técnico – Económico. La ponderación se ha realizado adoptando para cada índice un peso relativo del 50%, y se los ordenó en orden decreciente.

Con la metodología expuesta, se ha realizado una primera clasificación. Se determinó el Índice de Jerarquía de Viabilidad Multicriterio de cada proyecto, y se los clasificó en orden decreciente.

Tabla Nº 5: Clasificación Preliminar de Aprovechamientos Hidroeléctricos

Clasificación	Aprovechamiento	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Costo Medio de Energía U$S/MWh	Sensibilidad Ambiental	Índice de Jerarquía de Viabilidad Multicriterio
1º	La Elena	102	649	25.38	Moderada	7.71
2º	Río Hielo	50	328	44.99	Alta	7.46
3º	Frontera II	80	419	40.66	Moderada	7.24
4º	La Caridad	64	273	47.30	Baja	7.05
5º	Puesto Bustos	115	560	48.20	Alta	6.69
6º	**La Rinconada**	**200**	**860**	**42.17**	**Baja**	**6.58**
7º	Los Blancos I y II	443	1280	62.46	Baja	6.56
8º	Collón Curá	376	1492	44.24	Baja	6.49
9º	Cordón de Plata I	847	2291	45.91	Alta	6.26
10º	El Baqueano	190	453	76.25	Baja	6.20
11º	Cóndor Cliff	1400	3200	62.22	Moderada	6.16
12º	Cordón de Plata III	319	545	51.72	Moderada	6.04
13º	El Chihuido II – AyEE	234	1075	38.81	Moderada	5.89
14º	Cordón de Plata II	214	443	45.91	Alta	5.63
15º	El Chihuido II – Provincial	228	1087	43.33	Moderada	5.61
16º	Rincón de la Medialuna	270	1127	36.48	Moderada	5.44
17º	El Chañar	69	366	53.20	Moderada	5.42
18º	El Chihuido I	850	2600	45.60	Alta	5.42
19º	Michihuao	621	2869	61.28	Moderada	5.28
20º	La Barrancosa	750	1700	76.00	Moderada	5.15
21º	Talhelum	240	1008	32.65	Alta	4.81
22º	El Seguro / Los Mallines	55	398	32.32	Moderada	4.61
23º	La Estrechura / Valle Noble	50	363	47.71	Alta	3.64
24º	Rincón de los Godos	30	250	42.10	Alta	3.44
25º	Risco Negro / El Montañés	50	340	58.41	Moderada	3.28
26º	Sistematización Río Negro Superior	94	801	87.69	Alta	0.38

Es menester tener en consideración que la metodología utilizada para esa clasificación preliminar podría llevar a priorizar aprovechamientos con elevado índice ambiental y cuya viabilidad, a nivel de los presentes estudios, resultaría conflictiva. Por otra parte, los proyectos más avanzados requieren menor plazo para completar los estudios y elaborar la documentación licitatoria.

Obtenidos los índices de PM según lo descripto y ordenados los aprovechamientos hidroeléctricos desde índices mayores a menores, los de mayor cuantía son los más convenientes para su desarrollo.

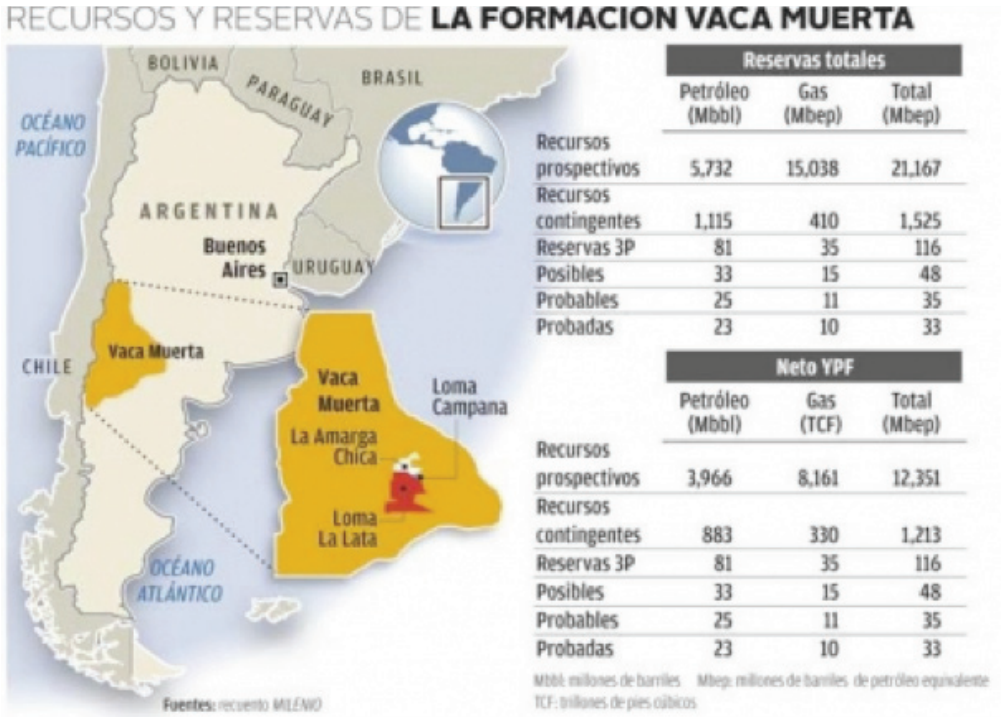
Para el listado de aprovechamientos resultante y con la misma metodología, se ha calculado la Jerarquía de Viabilidad Multicriterio cuyo resultado se puede observar en la **Tabla Nº 6**. Puede observarse nuestro caso de estudio que tiene un orden importante de viabilidad multicriterio.

Tabla Nº 6: Jerarquía de Viabilidad Multicriterio de los Proyectos Seleccionados

Orden de Viabilidad Multicriterio	Aprovechamiento	Potencia [MW]	Energía Anual [GWh/año]	Costo Medio de Energía U$S/MWh	Sensibilidad Ambiental	Índice de Jerarquía de Viabilidad Multicriterio
1º	La Elena	102	649	25.38	Moderada	7.03
2º	Frontera II	80	419	40.66	Moderada	6.24
3º	La Caridad	64	273	47.30	Baja	5.93
4º	La Rinconada	200	860	42.17	Baja	**5.37**
5º	Los Blancos I y II	443	1280	62.46	Baja	5.11
6º	El Baqueano	190	453	76.25	Baja	5.00
7º	Collón Curá	376	1492	44.24	Baja	4.85
8º	Cóndor Cliff	1400	3200	62.22	Moderada	4.77
9º	El Chañar	69	366	53.20	Moderada	3.86
10º	El Chihuido I	850	2600	45.60	Alta	3.76
11º	La Barrancosa	750	1700	76.00	Moderada	3.54
12º	Michihuao	621	2869	61.28	Moderada	3.47

Evaluación estratégica en función de la matriz energética

La ubicación estratégica de este aprovechamiento aportará un componente muy importante de energía al área comprendida por el mega-yacimiento de Vaca Muerta según podemos observar en el siguiente mapa.



	Reservas totales		
	Petróleo (Mbbl)	Gas (Mbep)	Total (Mbep)
Recursos prospectivos	5,732	15,038	21,167
Recursos contingentes	1,115	410	1,525
Reservas 3P	81	35	116
Posibles	33	15	48
Probables	25	11	35
Probadas	23	10	33

	Neto YPF		
	Petróleo (Mbbl)	Gas (TCF)	Total (Mbep)
Recursos prospectivos	3,966	8,161	12,351
Recursos contingentes	883	330	1,213
Reservas 3P	81	35	116
Posibles	33	15	48
Probables	25	11	35
Probadas	23	10	33

Mbbl: millones de barriles Mbep: millones de barriles de petróleo equivalente
TCF: trillones de pies cúbicos

Deberá analizarse con más detalle el refuerzo del nodo regional y la capacidad de transporte para la incorporación de este y otros aprovechamientos que se están llevando adelante como El Chihuido.

Conclusiones

Los análisis realizados en esta instancia se circunscribieron a la evaluación del propósito energético.

Los cómputos y presupuestos de los proyectos analizados fueron realizados por diferentes empresas estatales o reparticiones provinciales, que aplicaron criterios disímiles para la estimación de sus precios unitarios. El procedimiento de actualización expeditiva mediante índices aplicados a presupuestos de diverso origen, con fechas de elaboración diferentes y en general, muy distantes en el tiempo, no asegura que los resultados económicos obtenidos reflejen la inversión esperable para cada aprovechamiento, existiendo a su vez la posibilidad que se haya producido algún desajuste en el orden relativo. En el caso que nos ocupa de LA RINCONADA los valores se han actualizado al nivel de 2010.

Las categorías para la Evaluación Ambiental Expedita denominadas de Alta, Moderada y Baja Sensibilidad Ambiental, se refieren a una base de afectación típica de los proyectos de este tipo. Es decir que no debe entenderse, en ningún caso, que no requieren un proceso de análisis ambiental riguroso que evalúe convenientemente todos los impactos ambientales que un aprovechamiento hidroeléctrico puede producir.

La categorización ambiental establecida dispone pautas de gestión ambiental para todos los proyectos del conjunto analizado. La categoría Alta Sensibilidad Ambiental indica que los proyectos incluidos en la misma, requieren, por las características del ambiente en el que se implantarán los proyectos, una verificación especial por parte de la Secretaría de Energía para evaluar su factibilidad ambiental como se definió anteriormente. Si, a través de dicha verificación, se estableciera que, en principio, un proyecto podría ser factible ambientalmente; entonces, se deberá proceder a implementar un proceso de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), y luego el correspondiente proceso de Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) con consideración de impactos acumulativos. Si, por el contrario, se confirmara la existencia de cuestiones ambientales de elevada sensibilidad en el área de proyecto; se podría, entonces, desestimar el proyecto, dada las presentes condiciones.

- Los resultados del presente estudio deberán ajustarse en el ámbito de la Administración, coordinando con las otras áreas específicas del Estado Nacional y con las Provincias titulares del dominio originario del recurso con el objeto de ajustar la jerarquía de viabilidad multicriterio y seleccionar tres proyectos de inversión.
- Se debe realizar una visita al área de implantación de las obras, con el objeto de confirmar los resultados obtenidos de los estudios expeditivos de gabinete, estimar el presupuesto de las obras y determinar la factibilidad económica de incorporar los aprovechamientos seleccionados en la matriz energética.

Elaborar un cronograma de estudios e inversiones para que permita proceder a la construcción de las obras. Se estima que para proceder a la construcción de las obras se requiere que los estudios se encuentren desarrollados a nivel de Proyecto Básico en los aspectos técnicos y ambientales.

Completar los estudios disponibles para que pueda ser incorporado a un catálogo de aprovechamientos hidroeléctricos. Para ello, deben realizar las siguientes tareas en cada proyecto:

Realizar la Evaluación Ambiental Estratégica y la Evaluación de Impacto Ambiental Acumulado a nivel de inventario. Este estudio requiere el análisis integral de la cuenca hidrográfica.

Elaborar un resumen técnico conforme a un modelo general, que contendrá 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, etc.

Recopilar información sobre proyectos de generación hidroeléctrica en organismos provinciales y proceder a analizarlos conforme a lo expuesto precedentemente.

A partir de los requerimientos del Sistema Eléctrico, de la identificación de los proyectos que presenten mejores indicadores técnicos, económicos y ambientales para su ejecución, y de lo indicado respecto del dominio originario del recurso, se podrán seleccionar las alternativas de expansión de la oferta hidroeléctrica.

Bibliografía

Hidronor S.A. APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO LA RINCONADA. RESUMEN TÉCNICO. Cipolletti. Noviembre de1991.

Secretaría de Energía. Subsecretaría de Energía Eléctrica. Dirección Nacional de Prospectiva. CATÁLOGO DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS. FICHAS TÉCNICAS. 1994.