
Artículos

Análisis preliminar de refuncionalización de centrales hidroeléctricas en la provincia de Córdoba



Paula Lorena (P) Bonillo

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
paula.bonillo@mi.unc.edu.ar

Santiago María Reyna

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
santiago.reyna@unc.edu.ar

Valentina Bartoli Ríos

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
valentina.bartolirios@mi.unc.edu.ar

Luis Gióvine

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
ingluisgiovine@gmail.com

Teresa María Reyna

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
teresa.reyna@unc.edu.ar

Ingenio Tecnológico

vol. 7, e057, 2025

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

ISSN-E: 2618-4931

Periodicidad: Frecuencia continua

ingenio@frlp.utm.edu.ar

Recepción: 30 abril 2025

Aprobación: 06 mayo 2025

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2665247004/>

Resumen: Para la provincia de Córdoba es de particular interés el considerar a los sistemas de turbinado-bombeo para almacenar energía a gran escala y poder integrarse a otras energías renovables. Esto es posible por la presencia de buenos cierres, vasos y desniveles de importancia dados por la cercanía de la zona serrana, muy especial, llamada Sierras Pampeanas.

En este artículo se aplican los principales factores que condicionan la posible refuncionalización, adaptando la obra civil, de centrales hidroeléctricas convencionales a sistemas reversibles de turbinado-bombeo. Estos factores son los criterios en un proceso de “filtrado” sobre los aprovechamientos hidráulicos de la provincia de Córdoba, obteniendo de esta manera un panorama preliminar sobre qué centrales sería prefactible, técnica y económicamente, plantear una refuncionalización.

Se definieron dos factores principales a considerar para estas posibles refuncionalizaciones: los relacionados con la obra civil y los relacionados al diseño de la central, electromecánicos. El hecho de que las centrales ya cuenten con un embalse aguas arriba y otro aguas abajo fue un criterio excluyente al inicio de la selección, ya que aunque se cuente con un vaso factible para la construcción de un embalse, el territorio ya se encuentra en gran parte siendo ocupado con otros usos del suelo, además de encarecer ampliamente el proyecto.

A partir del análisis realizado se obtuvo como resultado que las centrales Cassaffousth, Reolín, Los Molinos I, La Viña y Fitz Simons son las que a priori presentan condiciones más favorables para ser refuncionalizadas.

Palabras clave: Hidroelectricidad, Centrales Reversibles, Refuncionalización, Turbinado-bombeo, Energías Renovables.

Abstract: For the province of Córdoba it is of particular interest to consider turbine-pumped systems to store energy on a large scale and to be able to integrate with other renewable energies. This is possible due to the presence of good closures, reservoirs and important slopes due to the proximity of the very special mountainous area called Sierras Pampeanas.

This article applies the main factors that condition the possible refuncionalization, adapting the civil works of conventional hydroelectric power plants to reversible pumped-turbine systems. These factors are the criteria in a process of “filtering” on the hydraulic exploitations of the province of Córdoba,

obtaining in this way a preliminary panorama on which plants it would be technically and economically pre-easible to consider a refunctionalization.

Two main factors to be considered for these possible refunctionalizations were defined: those related to the civil works and those related to the electromechanical design of the power plant. The fact that the plants already have an upstream and a downstream reservoir was an excluding criterion at the beginning of the selection process, since even if there is a feasible reservoir for the construction of a reservoir, the territory is already largely occupied by other land uses, in addition to making the project much more expensive.

The analysis showed that the Cassaffousth, Reolín, Los Molinos I, La Viña and Fitz Simons plants are the ones that a priori present the most favorable conditions for refunctionalization.

Keywords: Hydroelectricity, Reversible Power Plants, Refunctionalization, Turbine-pumping, Renewable Energies.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda energética y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, plantean desafíos para asegurar un suministro de energía sostenible y confiable en el futuro. En este contexto, la búsqueda de fuentes de energía alternativas y respetuosas con el medio ambiente se ha convertido en una prioridad global.

La energía hidráulica cobra relevancia debido a que permite generar electricidad de manera sostenible y eficiente. Este tipo de energía se obtiene al aprovechar el flujo natural del agua, ya sea a través de la construcción de presas y embalses para generar electricidad a partir de la caída del agua, o mediante el uso de corrientes y mareas para impulsar turbinas. En la actualidad, esta área cuenta con tecnologías maduras, con muy buenos rendimientos y con una producción relativamente predecible. La energía hidroeléctrica de almacenamiento por bombeo es un uso modificado de la tecnología hidroeléctrica convencional para almacenar y gestionar la energía. Las centrales reversibles utilizan la electricidad para almacenar la energía potencial moviendo el volumen, llamado de entretenimiento, entre un embalse superior y otro inferior. El bombeo del agua al embalse superior para su almacenamiento temporal acumula la energía durante las horas de menor consumo eléctrico o exceso de energía proveniente de otras fuentes. Mientras que, durante los períodos de alta demanda de electricidad, el agua almacenada se descarga a través de las turbinas y se convierte de nuevo en electricidad a través de los generadores, tal como una central hidroeléctrica convencional. La energía almacenada es proporcional al volumen de agua almacenado en el reservorio superior y la diferencia de altura entre los reservorios (Saravia et al., 2022).

El desarrollo de la energía hidroeléctrica por bombeo en Latinoamérica es aún incipiente, aunque existan plantas de este tipo desde 1935 en Brasil (Pedreira, 78,5 MW). Y, desde 1986, en Argentina (Río Grande de 750 MW y Los Reyunos de 224 MW), las que en conjunto alcanzan cerca de 1 GW instalado, lo que representa solo el 1% de la capacidad de almacenamiento mundial (DOE, 2020).

La provincia de Córdoba está ubicada en el centro de la República Argentina y es la segunda provincia del país en cantidad de habitantes. Esta provincia fue pionera en el aprovechamiento de la energía hidráulica; quedando aún hoy los restos de los tajamares, sus batanes y molinos construidos por los Jesuitas en el año 1616 para hacer uso de la energía mecánica del agua (Reyna et al., 2023). También podemos encontrar la primera central hidroeléctrica de 1897 (usina Bamba) pionera por su tipo en Sudamérica.

Aunque los ríos de la provincia son poco caudalosos, las características morfológicas de sus cuencas hicieron de estos una relevante fuente energética; recurso que la provincia aprovecha intensamente. El recurso hídrico con potencial hidroeléctrico disponible actualmente en la región se encuentra casi al límite de su aprovechamiento, si el mismo se piensa de manera tradicional con grandes embalses y centrales al pie. Desde hace ya unos años en la provincia la potencia disponible en el mercado eléctrico es menor a la demanda eléctrica pico. La población rural es cercana al 11 % de la población de la provincia y una cantidad considerable de esta se encuentra en zonas aisladas. Además, parte de la población rural no se encuentra conectada al sistema de distribución eléctrica. Esta situación lleva a seguir planteando nuevas líneas para continuar con el desarrollo de la Energía Hidroeléctrica en Córdoba.

Para la provincia de Córdoba es de particular interés el considerar a los sistemas de turbinado-bombeo para almacenar energía a gran escala y poder integrarse a otras energías renovables. Esto se da por la cercanía de la zona serrana, aspecto geográfico muy especial, llamada de Sierras Pampeanas, donde se dan a la vez buenos cierres y vasos y desniveles de importancia. En estudios anteriores, se consideró posible pensar en refuncionalizar las centrales y adaptar la obra civil de los aprovechamientos sobre los ríos Xanaes, Ctalamochita y Los Sauces, transformándolos en sistemas mixtos (Reyna et al., 2013). Siguiendo en esta línea es que se aplican los principales factores que condicionan la posible refuncionalización de centrales hidroeléctricas convencionales a sistemas reversibles. Estos factores son los criterios en un proceso de “filtrado” sobre los aprovechamientos hidráulicos de la provincia, obteniendo de esta manera un panorama preliminar sobre qué centrales sería prefactible, técnica y económicamente, plantear una refuncionalización.

2. OBJETIVOS

Este trabajo busca aportar al impulso de desarrollo de la energía hidráulica en la provincia de Córdoba, al estudiar la prefactibilidad de plantear sistemas reversibles como elementos de almacenamiento de energía.

Los objetivos pueden generalizarse en los siguientes:

- Definir los criterios que se tendrán en cuenta para seleccionar qué centrales hidroeléctricas podrían ser refuncionalizadas como reversibles.
- Recopilar y describir las principales centrales hidroeléctricas presentes en la provincia de Córdoba.
- Valorar la idoneidad para ser refuncionalizadas las centrales que cuentan con los criterios establecidos.
- Contribuir al conocimiento científico y a la toma de decisiones en materia de políticas energéticas y ambientales en la región.

3. METODOLOGÍA

La metodología consiste en primera instancia en una revisión bibliográfica en torno a centrales de turbinado y bombeo, con la finalidad de establecer una serie de criterios a evaluar en centrales existentes para que estas sean refuncionalizadas.

En términos generales, el trabajo se estructura de la siguiente manera:

- Se describen las principales centrales existentes en la provincia.
- Se definen los criterios para evaluar las centrales analizadas.
- Se filtran las centrales que cuenten con la obra civil y electromecánica apropiadas.
- Se valora la idoneidad de los aprovechamientos a ser refuncionalizados.

4. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

La provincia de Córdoba fue pionera en la región en generación de hidroelectricidad. La construcción del dique San Roque (el más antiguo de los embalses de tipo moderno en Latinoamérica) ya posibilitó un primer aprovechamiento hidroeléctrico. Es así que la regulación del caudal del río Primero (o Suquía) permitió el desarrollo de la producción de la energía eléctrica del propio curso, construyéndose las usinas Molet, Casa Bamba y Calera (Bustamante, 2014).

Actualmente, la provincia cuenta con diez centrales hidráulicas y una central hidroeléctrica de turbinado bombeo (Río Grande). En la Tabla 1 se listan estas centrales, el río que las alimenta, tipo de turbina instalada y su antigüedad. En la Figura 1 se exhibe la ubicación de las centrales en la provincia.

Tabla 1
Centrales hidroeléctricas de la provincia de Córdoba

Central	Río	Antigüedad	Tipo de turbina
Cruz del Eje	Cruz del Eje	1958	Francis
San Roque	Suquía	1959	Francis
La Calera	Suquía	1911	Francis
La Viña	Los Sauces	1958	Francis
Los Molinos I	Xanaes	1957	Francis
Los Molinos II	Los Molinos	1958	Kaplan
Río Grande	Río Grande	1986	Turbinado-bombeo
Fitz Simon	Ctalamochita	1943	Francis
Cassaffousth	Ctalamochita	1953	Francis
Reolín	Ctalamochita	1966	Francis
Piedras Moras	Ctalamochita	1995	Kaplan

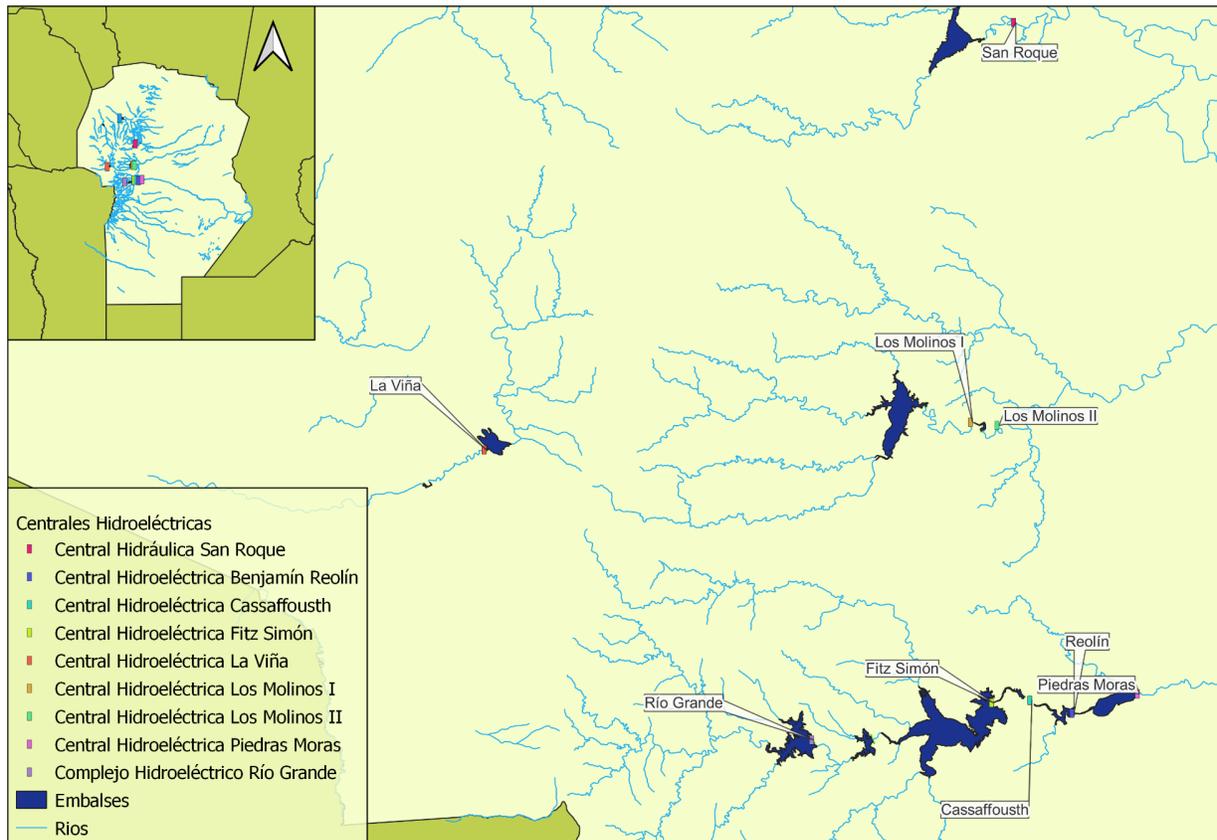


Figura 1
Embalses y centrales de la provincia de Córdoba.
Elaboración propia en base a datos de IDECOR.

5. CRITERIOS PARA REFUNCIONALIZAR UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Los criterios considerados para analizar la viabilidad de refuncionalizar una central hidroeléctrica fueron adaptados a partir de la revisión de distintos trabajos que abordan situaciones análogas. Estos criterios están vinculados con la posibilidad de poder adaptar la obra civil y electromecánica a la nueva condición de turbinado-bombeo. A continuación, se detallan los aspectos considerados.

5.1 FACTORES ASOCIADOS A LA OBRA CIVIL

La existencia de embalses ya construidos implica la posibilidad de que el proyecto pueda llevarse a cabo originando mínimos impactos ambientales (el ecosistema ya ha sido intervenido), además de un menor costo de inversión para llevarlo adelante.

- **Embalse aguas arriba:** Un punto de partida importante es definir si la central es de embalse o pasada. En el primer caso, la central posee un embalse para la generación, lo que resultaría muy provechoso al plantear la refuncionalización. Por otro lado, las centrales de pasada no presentan embalse, solamente una obra de toma sin volumen de regulación. Es de destacar sobre este punto que todas las centrales analizadas cuentan con un embalse de almacenamiento.
- **Embalse aguas abajo:** Las centrales reversibles deben contar con un depósito de agua inferior con capacidad para almacenar el volumen de entretenimiento. Se debe identificar las centrales hidroeléctricas que cuentan con un embalse aguas abajo de capacidad suficiente para almacenar dicho volumen. Por otra parte, sobre las centrales que no lo poseen, puede evaluarse la viabilidad de construirlo. Para que esto sea posible debe existir un cierre y un vaso que permitan su implantación y no debe superponerse con otro uso del suelo, por ejemplo, de urbanización.
- **Chimenea de equilibrio:** La chimenea de equilibrio juega un papel fundamental para proteger la turbina y el sistema hidráulico de los efectos dañinos del golpe de ariete. La chimenea de equilibrio, transforma la energía cinética del agua de la galería en energía potencial, como consecuencia de la sobreelevación del nivel del agua en el pozo o cámara, frenando el agua en aquella y reduciendo drásticamente los incrementos de presión que de otra manera se habrían producido como consecuencia del cambio brusco del caudal circulante (Cuesta y Vallarino, 2000). La decisión de instalar una chimenea de equilibrio y su diseño adecuado debe tomarse caso por caso, considerando las características específicas de la instalación y las condiciones del terreno.
- **Cercanía a las líneas de transmisión:** La ubicación estratégica de la central cerca de líneas de transmisión existentes optimiza los recursos disponibles, reduce costos de construcción y operación, y facilita la integración de la energía generada a la red eléctrica nacional. Debido a que los aprovechamientos analizados en este trabajo ya se encuentran generando energía, estaría asegurada la presencia de esta variable.

- Vías de acceso disponible: Las vías de acceso facilitan el transporte de personal, equipos y materiales, lo que es esencial para las operaciones diarias y el mantenimiento de la central. Su existencia previa radica en la reducción de costos al momento de su construcción. Al igual que el factor anterior, las centrales construidas ya cuentan con vías de acceso.

5.2 FACTORES ASOCIADOS AL DISEÑO DE LA CENTRAL

- Tipo de turbina y años de operación: En algunas ocasiones existen centrales que cuentan con grupos posibles de funcionar como reversibles, binarios de tipo centrífugo (Francis), que podrían ser adaptados para trabajar como bomba y como turbina (estos grupos están integrados por un alternador-motor y una turbina-bomba conectados rígidamente en un mismo eje). En estos casos, podría lograrse una disposición que representa una notable simplificación en las conducciones hidráulicas de alimentación y descarga, asociada a un ahorro considerable en el coste de instalación global, y a una reducción significativa del espacio ocupado (Cuesta Diego y Vallarino Cánovas del Castillo, 2000). Así, existiría la posibilidad de poder mantener, en su totalidad o parcialmente, el grupo electromecánico dependiendo del estado de las máquinas, ensamblaje, tamaño y potencia que tengan. Si en la central estudiada no se cuenta con grupos con posibilidad de ser adaptados para trabajar como reversibles binarios, deja de ser relevante el tipo de turbina actual como factor para la selección, ya que habrá necesidad de reemplazarlo por un sistema que utilice una turbina reversible o la opción de colocar en un mismo eje dos máquinas diferentes, una bomba y una turbina. En el caso de estudio de la provincia de Córdoba, todas las turbinas instaladas en la actualidad están llegando al final de su vida útil o se han vuelto obsoletas porque hay nuevas tecnologías a considerar en todos los aspectos electromecánicos. Hasta ahora ninguna máquina fue reemplazada desde su instalación en los años 50-60s y solo han tenido un mantenimiento escaso de cojinetes, rodetes con cavitación, tableros eléctricos, etc. Por lo que el cambio total o parcial del grupo generador (y sistemas de operación, protección, regulación y maniobra), muy probablemente deberá realizarse necesariamente en las centrales analizadas.
- Propósitos del embalse: Las centrales asociadas a un embalse multipropósito están sometidas por lo general a limitaciones en el desagüe de caudales o a niveles de embalse impuestos por otros usos de carácter prioritario como: riegos, abastecimiento o control de avenidas. Estos condicionamientos limitan la potencia garantizada que se podría obtener del embalse (Cuesta Diego y Vallarino Cánovas del Castillo, 2000). Por este motivo es fundamental considerar la capacidad de regulación del embalse, asimismo es de destacar que el volumen de entretenimiento suele ser pequeño respecto de otros usos.
- Potencia entregada actualmente: Si bien la potencia instalada representa la capacidad máxima de una central eléctrica para generar y entregar energía, esta no siempre es alcanzada. Es por esto que se identifica el porcentaje de potencia que entrega efectivamente la central en relación a su potencia instalada. Una central que genera poco en relación con su capacidad puede implicar una oportunidad de mejora en su capacidad al momento de refuncionalizarla.
- Forma de operación: Tiene en cuenta el porcentaje de tiempo que se mantiene operando la central. Las centrales hidroeléctricas que presentan un porcentaje mínimo son utilizadas solo en horas punta, mientras que otras con un valor alto tienen una operación casi permanente o de base. Las de punta suelen tener secciones de conducción mayores que pueden ser más aprovechables para transformarlas, aunque siempre deben considerarse caso a caso.

- Condiciones de infraestructura: Se debe evaluar el estado de la infraestructura de la central, incluyendo la presa, las obras de conducción, la casa de máquinas y las líneas de transmisión. Al llevar adelante una refuncionalización se deberán hacer necesariamente obras de reacondicionamiento y seguramente reemplazar por completo: transformadores, instalación eléctrica, sistemas de regulación, pasar de operación humana a operación telecomandada (esto implica un beneficio para los costos de operación), sistemas de lubricación (obsolescencia y problemas ambientales de los vertidos al río), etc.

6. EVALUACIÓN DE LAS CENTRALES A PARTIR DE LOS CRITERIOS DEFINIDOS

6.1 DISPONIBILIDAD DE UN EMBALSE AGUAS ABAJO

La existencia o no de un embalse aguas abajo (contraembalse) de cada central se exhibe en la Tabla 2, con el valor de 1 o 0 respectivamente. Sobre las centrales que no cuentan con un embalse aguas abajo construido, podría evaluarse la posibilidad de hacerlo. Para que esto sea posible, debe existir un cierre y un vaso que permitan su implantación y no debe superponerse con otro uso del suelo, por ejemplo, de urbanización.

Tabla 2
Identificación de presencia o ausencia de un embalse aguas abajo de la central

Criterio/ Central	Embalse Inferior
Cruz del Eje	0
San Roque	0
La Calera	0
Fitz Simon	1
Cassaffousth	1
Reolín	1
Piedras Moras	0
La Viña	1
Los Molinos I	1
Los Molinos II	0

Las centrales Los Molinos II y Piedras Moras cuentan con un embalse de reserva (aguas arriba) implantados en la zona llana de la cuenca, sin posibilidad de realizar otro aguas abajo ya que no existe vaso disponible para la construcción de un contraembalse.

Las centrales San Roque y La Calera son alimentadas por el río Primero o Suquía, el cual presenta su cuenca siendo aprovechada integralmente. La cuenca presenta actualmente múltiples usos y se encuentra al límite de estos, estando gran parte de su territorio ocupado por otros usos del suelo. Por lo citado anteriormente el proyecto de construcción de un contraembalse sería conflictivo, sin posibilidad de llevarse a cabo.

Por su parte, construir un embalse aguas abajo de la central Cruz del Eje no sería posible debido a la falta de desnivel necesario en el territorio.

Por los motivos expuestos anteriormente continúan siendo analizadas las centrales que poseen un embalse aguas abajo ya construido que pueda usarse con modificaciones menores. Se identificó que el 50% de las centrales consideradas cuentan con un embalse aguas abajo que podría aprovecharse para la refuncionalización. Las centrales Fitz Simon, Cassaffousth, Reolín, Los Molinos I y La Viña pasan este primer criterio y siguen siendo evaluadas.

Cabe mencionar que al tratarse de centrales que ya se encuentran en funcionamiento y aportando a la red eléctrica, queda garantizada la accesibilidad y cercanía a la red de las mismas.

6.2 PROPÓSITOS DEL EMBALSE

Los propósitos de los embalses analizados se exhiben en la Tabla 3, asignando el valor de 1 a los embalses destinados principalmente al abastecimiento de agua y el valor de 3 a aquellos destinados exclusivamente a la generación de energía.

Tabla 3
Identificación de los propósitos de los embalses asociados a cada central

Central	Embalse Superior	Valor	Embalse Inferior	Valor
Los Molinos I	Los Molinos	1	La Quintana	1
La Viña	La Viña	1	Boca del Río	1
Fitz Simon	Río Tercero	1	Segunda Usina	3
Cassaffousth	Segunda Usina	3	Tercera Usina	3
Reolín	Tercera Usina	3	Piedras Moras	1

6.3 CHIMENEA DE EQUILIBRIO

Se evalúa la presencia o ausencia de la chimenea de equilibrio, identificando que cuentan con una sólo las centrales Los Molinos I y Cassaffousth.

6.4 FORMA DE OPERACIÓN Y POTENCIA ENTREGADA ACTUALMENTE

A partir de los datos obtenidos de los informes de la Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista S. A. (CAMMESA), se determinó la relación de potencia entregada respecto de la instalada en cada central (Tabla 4). Cuanto menor es esta relación mayor será la posibilidad de mejorar la potencia realmente entregada a partir de la actualización de los grupos generadores. También se identificó que las centrales tienen igual horas de funcionamiento mensual.

Tabla 4
Relación entre la potencia entregada actualmente y la instalada de cada central

Central	Potencia entregada actualmente
Los Molinos I	85%
La Viña	15%
Fitz Simon	72%
Cassaffouth	53%
Reolín	32%

7. RESULTADOS

En la Tabla 5 se exhiben las principales características analizadas de cada central. Estas son: propósitos del embalse aguas arriba y aguas abajo, existencia de chimenea de equilibrio, volumen del embalse de reserva (aguas arriba) y potencia entregada actualmente respecto de la capacidad instalada. El análisis de estas características puede ser un indicador preliminar sobre qué centrales sería más conveniente plantear la refuncionalización.

Tabla 5
Resultados de las variables analizadas en las centrales

Criterio	Centrales Hidráulicas				
	Los Molinos I	La Viña	Fitz Simons	Cassaffouth	Reolín
Propósito del embalse aguas arriba	1	1	1	3	3
Propósito del embalse aguas abajo	1	1	3	3	1
Chimenea de equilibrio	1	0	0	1	0
Volumen del embalse superior (Hm ³)	307	138	560	10	13
Potencia entregada actualmente	85%	15%	72%	53%	32%

Las centrales Cassaffousth y Reolín tienen asociados embalses destinados casi exclusivamente a la generación de energía, lo que implica la posibilidad de adaptarlos evitando conflictos entre distintos usos, como podría ocurrir en el caso de embalses multipropósito. Por otro lado, por no encontrarse generando el total de su capacidad instalada tienen mayores posibilidades de ampliar la generación al momento de refuncionalizarlas y actualizar el sistema electromecánico. En el caso de la central Cassaffousth, también cuenta con chimenea de equilibrio.

Los Molinos I se encuentra operando prácticamente al límite de su capacidad y los embalses asociados son multipropósito con usos consuntivos, por lo que ampliar su capacidad de generación podría ser una opción conflictiva. Sin embargo, su ubicación y características denotan que su refuncionalización también es posible. Además, los Molinos I presenta la mayor capacidad de generación actual y cuenta con una chimenea de equilibrio ya materializada.

La Viña cuenta con el tercer embalse aguas arriba de mayor capacidad, además de encontrarse generando un 15% de su capacidad total instalada, por lo que también es candidata para ampliar la potencia realmente generada en un proyecto de refuncionalización como central reversible. Debido a que los embalses asociados también son multipropósito, el volumen de agua destinado a usos consuntivos será una variable de gran importancia a considerar.

A continuación, se presentan fotografías de las centrales estudiadas (Figura 2 a 6). En la imagen 1 se puede observar a la izquierda la central La Viña y a la derecha, desde otra perspectiva, se visualiza la presa de arco que embalsa las aguas del río Los Sauces. En las posteriores imágenes se presenta del lado izquierdo la respectiva central y del lado derecho se muestran las turbinas instaladas en cada una de estas.



Figura 2.
Central hidroeléctrica La Viña.
EPEC y Turismo en Argentina



Figura 3.
Central hidroeléctrica Cassaffouth
EPEC



Figura 4.
Central hidroeléctrica Fitz Simons.
EPEC



Figura 5.
Central hidroeléctrica Los Molinos I.
EPEC



Figura 6.
Central hidroeléctrica Reolín.
La Voz y EPEC

8. CONCLUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

El desarrollo de este trabajo permitió la evaluación preliminar de las centrales hidroeléctricas de la provincia de Córdoba, con el objetivo de determinar una prefactibilidad de que puedan ser refuncionalizadas. A partir de identificar la presencia de la obra civil adaptable se restringió el análisis a la mitad de las centrales disponibles. Sobre estas centrales se analizaron los demás criterios considerados, pudiendo identificar que las centrales Cassaffousth y Reolín tienen asociados embalses destinados casi exclusivamente a la generación de energía, lo que implica la posibilidad menos conflictiva de adaptarlos, a diferencia de los sistemas multipropósito. Es por esto que, por ejemplo, la central de Reolín, que no se encuentra generando el total de su capacidad instalada y además le corresponde un embalse superior destinado a generación de energía, representaría una de las mejores opciones para ser refuncionalizada. Por otro lado se tiene, entre otras, la central Los Molinos I que se encuentra operando prácticamente al límite de su capacidad y los embalses

asociados son multipropósito con usos consuntivos, por lo que ampliar su capacidad de generación podría ser una opción más compleja de llevar adelante, pero interesante, teniendo en cuenta que la maquinaria y demás elementos mecánicos y eléctricos ya han cumplido su vida útil. Sin embargo, la decisión de cuál central será más conveniente refuncionalizar va a depender de, entre otros, en dónde se requiere prioritariamente la energía, la capacidad de inversión para realizar el proyecto y posibilidad de adaptar la obra civil y electromecánica existente de manera más sencilla.

El alcance del presente estudio es, como ya se ha mencionado, el de determinar una prefactibilidad por lo que se debe continuar con un análisis más específico en cada caso para establecer con mayor precisión la factibilidad de refuncionalización de las centrales. Los estudios siguientes deberán abordar y detallar variables asociadas a las centrales, como el estado actual de las turbinas o la necesidad de obras anexas, estudios relacionados al recurso hídrico, como el volumen de agua disponible para la generación energética en relación a otros usos que puedan tener los embalses asociados y particularidades asociadas al sistema eléctrico, como existencia de capacidad excedente en la red en ambas direcciones o las curvas de demanda y generación. Estos son ejemplos de algunas de las características a estudiar que aportarían a la justificación de la potencialidad del desarrollo e implementación de este tipo de sistemas.

La metodología propuesta puede adaptarse y aplicarse a distintos casos y tipologías de aprovechamientos hidráulicos, ya que se propone evaluar datos generales, y que suelen ser fáciles de obtener, y a su vez puede adaptarse e incorporar variables que sean representativas para otros estudios.

Identificar las centrales que presentan las condiciones necesarias para ser refuncionalizadas como reversibles puede permitir la toma de decisiones en materia de políticas energéticas y ambientales en la región basadas en los resultados obtenidos en el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguas Cordobesas. *El agua como generador de energía: conocé las 10 centrales hidroeléctricas de Córdoba*. La Voz. Consultado de <https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/el-agua-como-generador-de-energia-conoce-las-10-centrales-hidroelectricas-de-cordoba/>
- Andreotti, J. I. 2013. *Centrales Hidroeléctricas de Córdoba, Argentina. Consultor de Telecomunicaciones y Electricidad (CTE)*. Consultado de <https://ingenieroandreotti.blogspot.com/2013/03/centrales-hidroelectricas-de-cordoba.html>
- APRHI. *Presas y Embalses. ArcGIS StoryMaps*. Consultado de <https://storymaps.arcgis.com/stories/423aa3e3b87f44248380d80fdcd0818d>
- Bustamante, J. 2014. *La construcción de un paisaje cultural a escala del territorio: el camino de las usinas del río Suquia*. Revista Labor y Engenho, 8(4), 49-63.
- CAMMESA. *Parte Post Operativo | CAMMESA*. Consultado de <https://cammesaweb.cammesa.com/parte-post-operativo>
- Córdova, R. 2013. *Breve Historia de las Turbinas Hidráulicas. Desde la ciencia*. Consultado de <http://www.uca.edu.sv/deptos/ccnn/dlc/pdf/turbinas.pdf>
- Cuesta Diego, L., & Vallarino Cánovas del Castillo, E. 2000. *Aprovechamientos hidroeléctricos*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Devalis, S. A. (Ed.). 2013. *Matriz de recursos energéticos de la Provincia de Córdoba*. Editorial Copiar.
- Diques de Córdoba. *Ubicaciones*. Consultado de <https://www.diquesdecordoba.com.ar/ubicaciones/>
- DOE. 2020. *DOE Global Energy Storage Database*. Consultado de <https://www.sandia.gov/ess-ssl/global-energy-storage-database/>
- EPEC. *Centrales Hidroeléctricas. ¿Cómo funcionan? EPEC*. Consultado de https://web.epec.com.ar/generacion_centrales_h.html
- Iberdrola. *Central hidroeléctrica de bombeo. ¿Sabes para qué sirven las centrales hidroeléctricas de bombeo?* Consultado de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/central-hidroelectrica-bombeo>
- La Voz. 2019. *Reolín y Piedras Moras: generación limpia para el país* [Imagen]. <https://www.lavoz.com.ar/espacio-institucional/reolin-y-piedras-moras-generacion-limpia-para-pais/>
- Jiménez Perez, R. E. 2012. *Estudio de los factores técnicos y económicos que condicionan la instalación de centrales hidroeléctricas de acumulación por bombeo. Evaluación conceptual de su aplicación en Chile*. Repositorio académico de la Universidad de Chile. Consultado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111503>
- Reyna, S., Reyna, T., Lábaque, M. 2013. *La Energía Hidroeléctrica en Córdoba ante el Paradigma Ambiental. En Matriz de recursos energéticos de la Provincia de Córdoba*. Editorial Copiar.
- Reyna, S. M., Reyna, M. T., Lábaque, M. del R. (2023). *Los tajamares en Córdoba: sus primeros diques*. Revista de la Junta Provincial de Historia de Córdoba, 34, 131–166. Consultado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/RJPHC/article/view/44449>

Saravia, F., Romero, E., Cortijo, R., Nater, M., Iparraguirre, D., & Saavedra, J. (2022, Marzo). *Centrales hidroeléctricas reversibles: Identificación de potencial y necesidades regulatorias en Latinoamérica*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Consultado de. <https://publications.iadb.org/es/centrales-hidroelectricas-reversibles-identificacion-de-potencial-y-necesidades-regulatorias-en>

Torrío Carmona, A. N., Sempértegui-Tapia, D. F., & Orellana Lafuente, R. 2022. *Análisis y Propuesta para La Implementación y/o Complementación de Centrales Hidroeléctricas Reversibles en Bolivia*. Investigación & Desarrollo, 22(1), 37-48. Consultado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312022000100037&script=sci_arttext#B12

Turismo en Argentina. (s.f.). *Dique de La Viña* [Imagen]. <https://turismo-en-argentina.com/dique-la-vina/>

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/amei/amei/journal/266/2665247004/2665247004.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Paula Lorena (P) Bonillo, Santiago María Reyna,
Valentina Bartoli Ríos, Luis Gióvine, Teresa María Reyna
**Análisis preliminar de refuncionalización de centrales
hidroeléctricas en la provincia de Córdoba**

Ingenio Tecnológico

vol. 7, e057, 2025

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

ingenio@frlp.utn.edu.ar

ISSN-E: 2618-4931



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional.**