

## **CONSULTA A EXPERTOS PARA LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS RENOVABLES Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL VALLE DE LERMA – SALTA.**

S. Belmonte<sup>1</sup>, J. Franco<sup>2</sup>, J. Viramonte<sup>3</sup>, V. Núñez<sup>4</sup>  
Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo (IRNED)  
Instituto de Energías No Convencionales (INENCO)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Universidad Nacional de Salta - Avda. Bolivia 5150 C.P. 4400 – Salta  
Tel. 0387-155132996 – e-mail: silvina\_belmonte@yahoo.com.ar

**RESUMEN:** El trabajo presenta los resultados obtenidos en una consulta a expertos sobre energías renovables y medidas de eficiencia energética realizada en el contexto de un proyecto de Ordenamiento Territorial para el Valle de Lerma, Salta. El objetivo de la consulta fue integrar visiones interdisciplinarias para la evaluación de aplicaciones energéticas potenciales asociadas a diversos usos del suelo y demandas locales. En una primera parte, se exponen los fundamentos conceptuales que sustentan la consulta participativa, profundizando sobre el enfoque multicriterio. Luego se presenta una síntesis de la metodología de consulta utilizada y la integración de los datos en matrices EMC. En los resultados se focaliza sobre el perfil de los participantes, alternativas identificadas con potencial de transferencia, criterios de evaluación seleccionados y prioridades resultantes de la EMC. Como conclusiones se destaca la gran diversidad de alternativas adecuadas a la zona y su posibilidad de vinculación a políticas territoriales más integrales.

**Palabras clave:** energías renovables, eficiencia energética, consulta a expertos, evaluación multicriterio, ordenamiento territorial.

### **INTRODUCCIÓN**

La realización de la consulta se contextualiza en el proyecto de investigación y tesis doctoral “Evaluación multicriterio para el uso alternativo de energías renovables en la Ordenación Territorial del Valle de Lerma, Salta” (Belmonte, 2009).

La técnica participativa ‘consulta a expertos’ consiste en presentar un tema, a un grupo de profesionales de diferentes disciplinas, para su análisis y evaluación. Los paneles de expertos están compuestos por ‘un conjunto de individuos de carácter heterogéneo, que perciben los problemas de manera distinta’ (Conesa Fernández Vítora, 1997). La consulta puede plantearse a través de cuestionarios escritos, entrevistas personales o discusión en talleres. Esta técnica posibilita el trabajo interdisciplinario de científicos y técnicos, enriquece el análisis y permite tener una visión holística y más objetiva de la problemática planteada (Belmonte et al., 2005).

En el caso presentado, la consulta a expertos aplica conceptual y metodológicamente herramientas de Evaluación Multi-Criterio (EMC) y se plantea con los siguientes objetivos:

- ✓ Conocer e integrar la visión de profesionales de diferentes áreas y especialidades, en relación a las ER como estrategia territorial para la mejora de la calidad de vida y del ambiente.
- ✓ Seleccionar y evaluar aplicaciones potenciales de energías renovables y eficiencia energética, asociadas a los diversos usos del suelo y demandas energéticas del Valle de Lerma, Salta.
- ✓ Definir y ponderar criterios para la evaluación de aplicaciones de energías renovables y políticas energéticas a partir de un estudio de caso pero con factibilidad de aplicación y transferencia a otras áreas y contextos.

---

<sup>1</sup> Doctora en Ciencias orientación Energías Renovables. Investigadora CIUNSA. Consultora independiente.

<sup>2</sup> Investigador adjunto CONICET.

<sup>3</sup> Investigador principal CONICET.

<sup>4</sup> Investigador CIUNSA. Director Instituto Recursos Naturales y Ecodesarrollo. UNSa.

## MARCO CONCEPTUAL

El paradigma científico definido por Moreno Jiménez et al. (2001) como “racionalidad procedimental multicriterio” sustenta el desarrollo de la consulta. Adoptar esta nueva racionalidad científica en la toma de decisiones implica un cambio en la concepción del *método científico* a aplicar. Ello exige combinar aspectos tangibles e intangibles en una escala válida para la toma de decisiones, siguiendo una nueva racionalidad que sea: *a) simple en su construcción; b) adaptable a decisiones en grupo e individuales; c) acorde con nuestras intuiciones, valores y pensamientos; d) que potencie el compromiso y el consenso y e) que no exija una especialización suprema para su comprensión* (Saaty, 1996 en Moreno Jiménez et al., 2001).

La elección de metodologías EMC aplicadas a cuestiones ambientales (y dentro de éstas las relacionadas con el tema energético en particular, objeto de nuestro caso de estudio), encuentra su fundamento en los siguientes requerimientos (Barredo Cano, 1996; Romero, 1996, 1997; Barba-Romero y Pomerol, 1997; Pulido, 1998 en Moreno Jiménez et al, 2001; Santé Riveira, 2008):

- ⇒ Los problemas ambientales se plantean habitualmente en macroentornos o grandes mundos (muy poco estructurados) en los que se integran numerosos microentornos o pequeños mundos (bastante estructurados).
- ⇒ La existencia de múltiples actores, entre ellos las generaciones futuras, exige la incorporación en los modelos de las diferentes visiones de la realidad (necesidades, preferencias y valoraciones) que cada uno aporta. Estas visiones, correspondientes al punto de vista de los actores “inmediatos”, “próximos” y “lejanos”, dependen del contexto en el que cada participante se encuentre (ámbito espacial y temporal) y de aspectos subjetivos estrechamente relacionados con los mismos (culturales, sociales, económicos, ambientales, éticos,...).
- ⇒ La combinación de datos objetivos junto a opiniones subjetivas (valores numéricos y simbólicos), requiere la utilización de escalas de medida que permitan integrar las valoraciones asignadas a los mismos en una escala válida para la toma de decisiones (seleccionar la “mejor” alternativa). En este caso, más importante que la obtención de la solución óptima del problema es el aprendizaje y la comprensión derivados de la explotación del modelo.
- ⇒ Junto al aumento del valor añadido del conocimiento alcanzado en el proceso de decisión, tanto del problema como de los procedimientos, una resolución efectiva del problema está orientada hacia la detección de una serie de oportunidades de decisión, pautas de comportamiento o tendencias que se verifiquen con cierta estabilidad y regularidad.
- ⇒ Estas oportunidades de decisión son utilizadas en los procesos de negociación, comunicación y búsqueda del consenso entre los actores implicados en el proceso de toma de decisiones, teniendo presente que el establecimiento de caminos de consenso entre los participantes en la resolución del problema es una de las líneas de actuación recomendadas en medio ambiente.

## METODOLOGÍA

### *Consulta a expertos*

El medio de consulta seleccionado fue vía correo electrónico. Consistió en una consulta a especialistas vinculados a las temáticas de energías renovables (ER), Ordenamiento Territorial (OT), ambiente y manejo de recursos naturales. Las ER fueron evaluadas como opciones viables en relación a dos ejes: actividades productivas e infraestructura - servicios. La mejora de la calidad ambiental sustenta transversalmente ambas temáticas (Belmonte et al, 2007). Se diferenciaron dos zonas para la evaluación de las transferencias: *área de valle intermontano* -donde se concentran centros urbanos, red de comunicaciones y actividades productivas intensivas- y *área montañosa* – con población muy dispersa, producciones de subsistencia y ausencia de redes de provisión de servicios-.

La difusión de la consulta fue masiva a listados de profesionales que trabajan en las temáticas citadas anteriormente en el nivel local y nacional. El formato seleccionado para la consulta electrónica fue ‘planillas de cálculo con hipervínculos’, por considerarse este formato de uso ampliamente difundido, alta capacidad de organización y fácil comprensión. La organización de la consulta fue planteada en diferentes hojas de cálculo vinculadas a una explicación general. Básicamente, la consulta a expertos se organizó en cuatro partes:

- ⇒ *Introducción*, explicaciones referidas al *área de estudio* (Valle de Lerma) y descripción de las *actividades y usos del suelo* a ser evaluados. La finalidad de estas explicaciones fue brindar un conocimiento general del contexto en el que se plantea la consulta.
- ⇒ *Datos del entrevistado*.
- ⇒ *Consulta* para diferentes tipos de **Energías Renovables (ER): solar, biomasa, microturbinas, eólica y eficiencia energética**. Cada hoja con una pequeña descripción del recurso disponible (en la mayoría de los casos con soporte gráfico: mapas) y un cuadro para consignar las aplicaciones renovables que cada experto considere pertinentes. Los participantes podían optar por contestar sólo para los temas de su especialidad (por ejemplo: solar) o realizar la consulta completa. El resultado esperado de este ítem era obtener un listado de posibles aplicaciones de ER para el Valle de Lerma.
- ⇒ *Criterios para la valoración de las aplicaciones de ER*: Los especialistas debían sugerir y ponderar criterios de evaluación - tecnológicos, ambientales, sociales y económicos<sup>5</sup>- a ser incorporados en una EMC de las alternativas renovables propuestas.

<sup>5</sup> Los grupos de criterios planteados tratan de representar los componentes territoriales del sistema (componentes físico naturales - socioeconómicos y, como se trata de la evaluación de tecnologías posibles, se incluyen también criterios técnicos). Sin embargo, los mismos se plantearon sólo a los fines de organizar el pensamiento y consensuar un lenguaje común y conocido por los especialistas para la definición de las variables por los expertos, ya que después fueron agrupados en aptitudes, impactos y riesgos para la EMC. Listados totalmente abiertos o con palabras poco utilizadas por los participantes en consultas de este tipo,

La consulta fue sometida a un proceso de prueba piloto para ajustar detalles de comprensión y estimar tiempos. El tiempo promedio estimado para la realización de la consulta completa resultó de una hora.

#### *Procesamiento y síntesis de la información*

Las opiniones de los expertos fueron procesadas, sistematizadas y resumidas en los siguientes elementos:

- Listado de posibles aplicaciones energéticas renovables y de eficiencia energética para la zona, agrupadas según recurso utilizado (solar, eólico, hídrico, biomasa, eficiencia), tipo de tecnología/medida y fin energético.
- Listado de criterios de aptitud, impacto y riesgo relevantes para la evaluación, agrupados por correspondencia temática entre ellos y ponderados según su vinculación a aspectos sociales, ambientales, técnicos y económicos.

#### *Desarrollo de matrices EMC*

La consulta a expertos fue utilizada finalmente como insumo para el desarrollo de una matriz EMC, orientada a comparar y priorizar aplicaciones de energías renovables y políticas energéticas en la zona de estudio.

Básicamente la aplicación de matrices EMC, incluye los siguientes pasos: 1-Definición del problema/objetivo a evaluar; 2-Determinación de las alternativas posibles y de los criterios de evaluación; 3- Ponderación de los criterios; 4- Normalización de las variables; 5- Calificación de cada alternativa u opción en relación a su comportamiento con cada criterio (cruce en la matriz); 5- Combinación de los valores asignados para el establecimiento de jerarquías y prioridades en las soluciones posibles; 6- Análisis del modelo decisional y de los resultados.

La consulta a expertos permitió definir básicamente los puntos 2 y 3 del análisis: definición de alternativas y criterios. Asimismo la visión de los especialistas fue incorporada en la resolución de la matriz a través de la definición de un criterio específico representativo de la opinión de los expertos (ver explicación en resultados).

El método de resolución matricial utilizado fue sumatoria lineal ponderada (SLP) o método SMART (Simple Multi-Attribute Ranking Technique). El método Sumatoria Lineal Ponderada da un valor único que permite comparar y ordenar las opciones. A pesar de su simpleza, este método proporciona valores confiables y resulta de gran ayuda para la toma de decisiones (Hajkowicz, 2007). La normalización de los atributos para cada criterio fue planteada en una escala cuali-cuantitativa de 0-10.

## **RESULTADOS**

*Perfil de los participantes:* Si bien la participación de profesionales fue moderada en la consulta (13 respuestas sobre un total de 70 consultas enviadas), la información obtenida resultó diversa, sumamente interesante y representativa de la experiencia profesional en la temática. Una síntesis del perfil de los participantes se presenta en la Figura 1. Destáquese la amplia experiencia de los participantes en los temas objeto de la consulta (ER y OT). El 60% de los entrevistados son de la zona (viven y trabajan en Salta); el resto de los participantes son de diversos lugares: La Plata, Córdoba, San Juan, Entre Ríos, Buenos Aires y sólo la mitad de ellos conoce el Valle de Lerma.

*Aplicaciones de energías renovables con potencial de transferencia:* Diversas aplicaciones de ER y eficiencia energética fueron identificadas en la consulta a expertos. Una síntesis de las tecnologías y medidas propuestas para el área de estudio, en función de las fuentes de recursos (solar, biomasa, etc.), actividades/usos del suelo y fines energéticos, se presenta en la Tabla 1.

#### *Definición y ponderación de criterios de evaluación:*

Mediante la consulta a expertos se definieron y ponderaron los criterios a utilizar en la evaluación de las alternativas renovables, vinculados a aspectos sociales, ambientales, tecnológicos y económicos. Los resultados de la ponderación para los grupos generales de criterios se presentan en la Tabla 2. El número total de criterios propuestos por los expertos fueron: sociales -48-, ambientales -38-, técnicos -38-, económicos -46-. Para su inclusión en los procesos de EMC, los mismos debieron reducirse a un número manejable y significativo de factores, lo que implica relevancia para la evaluación e independencia entre ellos (total de criterios síntesis: 16).

Asimismo, los factores propuestos fueron organizados y sistematizados en criterios de aptitud, impacto y riesgo, en concordancia con la metodología de EMC planteada como eje para todo el trabajo de ordenamiento territorial (Belmonte, 2009). En el caso de la evaluación energética, se entiende por criterios de **aptitud**, condiciones favorables para la implementación de las tecnologías/medidas propuestas; **criterios de impacto**, efectos esperados a partir de las aplicaciones renovables; **criterios de riesgo**, situaciones que pudieran comprometer o limitar la transferencia efectiva de las tecnologías y/o medidas de eficiencia.

La Tabla 3 sintetiza los criterios seleccionados y su valor de ponderación. Puede observarse cómo varios de los criterios síntesis integran en su definición variables sociales, ambientales, técnicas y/o económicas. Esta combinación explícita cómo en la realidad, los aspectos mencionados están íntimamente vinculados e interrelacionados entre sí, siendo imposible abordarlos independientemente en la práctica. Los dos primeros criterios de la Tabla 3 (Satisfacción real de necesidades energéticas y Disponibilidad potencial de recurso energético renovable) se plantearon como excluyentes. Es decir, las alternativas evaluadas que no satisfacen ninguna necesidad energética o para las cuales el recurso potencial necesario no está disponible, son excluidas directamente del análisis EMC. Las categorías de evaluación pertinentes a cada criterio pueden consultarse en el trabajo de tesis

---

suelen presentar un sesgo hacia componentes tecnológicos (particularmente si lo que se pregunta es acerca de la evaluación de alternativas tecnológicas).

doctoral de Belmonte (2009) y en la publicación “Multi Criteria Evaluation for application of renewable energy and energy efficiency policies in the Lerma Valley, Salta, Argentina” presentada en 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (Belmonte et al, 2009).

El valor de ponderación asignado a cada criterio fue el correspondiente a la categoría inicial valorada por los expertos. Así por ejemplo, al criterio “Aceptación social de la tecnología”, criterio social, se le asigna valor 10 de ponderación. En el caso de los criterios que combinan variables sociales, técnicas, etc., el valor de ponderación asignado fue el correspondiente a la categoría con mayor peso (ej: Mitigación de impactos negativos, definido como criterio ambiental y económico, asume el peso 9 que representa a las variables ambientales) (Ver Tabla 2: ponderación de criterios).

Complementariamente a los criterios explicitados en la Tabla 3 se incorporó en la matriz EMC una variable de evaluación representativa de la opinión de los expertos. Esta variable representa un ajuste en función de la visión técnica y experiencia de los profesionales, y fue calculada considerando la frecuencia de respuestas obtenidas para las distintas aplicaciones en función del total de aplicaciones listadas para el aprovechamiento de cada tipo de recurso (solar, eólico, biomasa, hidráulico, eficiencia).

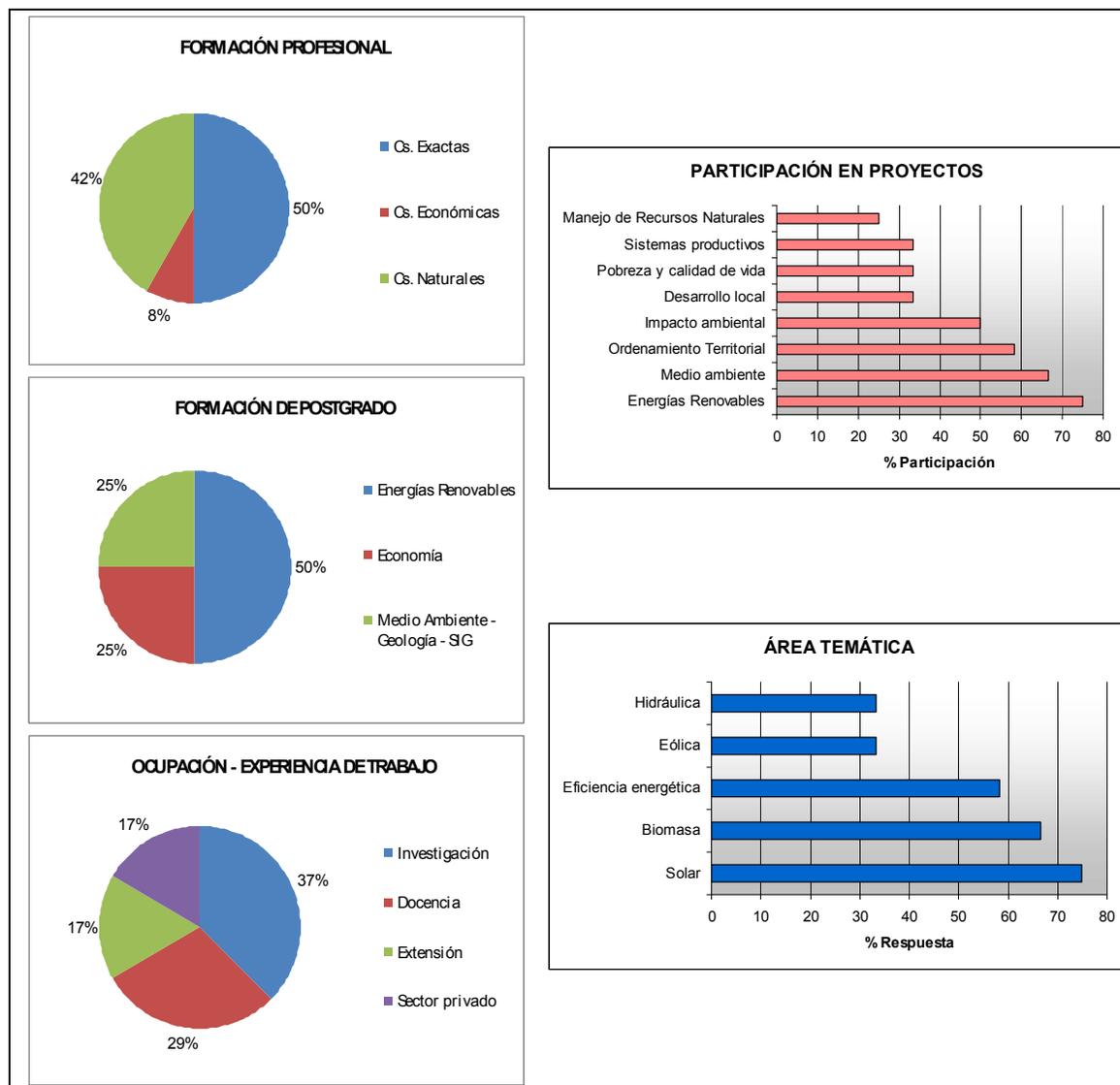


Figura 1. Perfil de los participantes – Consulta a expertos sobre ER

Tabla 1. Aplicaciones de ER y eficiencia energética propuestas para el Valle de Lerma

APLICACIONES PROPUESTAS		ACTIVIDAD - USO SUELO / FIN ENERGÉTICO	Frecuencia de cita*	
SOLAR Térmica	Secaderos solares	Actividades productivas diversas (tabaco, aromáticas, frutas secas, hortalizas deshidratada, pimiento para pimentón, madera, carnes-subsistencia, sal-minería, turismo alternativo). Niveles de producción intensivo, comunitario, subsistencia.	17	
	Invernaderos Climatización de invernaderos	Actividades productivas diversas (almácigos tabaco, otros cultivos, forestales nativas, complemento subsistencia, turismo alternativo). Niveles de producción intensivo, comunitario, subsistencia. Climatización para reproducción e injertación.	16	
	Colectores planos	<i>De agua</i>	Viviendas urbanas, rurales, puestos, centros comunitarios, administración industria, reservas, turismo (calentamiento agua –sanitario-; climatización de piletas de natación). Actividades productivas primarias e industria (múltiples requerimientos según actividad).	46
		<i>De aire</i>	Viviendas urbanas, rurales, puestos, centros comunitarios, reservas, turismo (principal fin: calefacción). Actividades productivas primarias e industria (múltiples requerimientos según actividad).	23
	Colectores concentradores	<i>Cocinas y hornos solares</i>	Viviendas urbanas, rurales, puestos, centros comunitarios, obradores, reservas, turismo alternativo (fin energético: cocción de alimentos).	19
		<i>Para pasteurización, refrigeración, proc. alta temp.</i>	Complemento ganadería - Productos lácteos (nivel industrial y artesanal) - Procesos que necesitan elevar temperatura (minería - industrias) – Conservación de alimentos –Esterilización de utensilios.	5
		<i>Generación eléctrica</i>	Zonas urbanas, industrias.	3
	Arquitectura bioclimática	Viviendas urbanas, rurales, puestos, centros comunitarios, edificios públicos, reservas, turismo. Infraestructuras productivas varias, de acopio e industriales (galpones, obradores, incubadoras, silos, etc.).	29	
	Destiladores de agua (desalinización)	Actividades productivas (subsistencia - minería). Agua para consumo (áreas urbanas, asentamientos, vivienda rural, puestos, centros comun.).	8	
	Solarización UV (descontaminación) Remediación suelos, esterilización, purificación H <sub>2</sub> O agua	Suelos contaminados (agroquímicos tabaco - otros cultivos - residuos urbanos - minería) – Esterilización de suelos para siembra. Esterilizadores para miel. Aguas de baja calidad (tratamiento para riego, procesos productivos y consumo).	4	
Energía para sustitución en procesos de producción	Complemento energético de producción primaria e industria (reemplazo e incorporación de equipamiento térmico solar en etapas del proceso). Vapor, gas, agua caliente, EE.	1		
SOLAR FV	Paneles para bombeo directo de agua (directo)	Actividades productivas, puestos, reservas (Fin energético: extracción y traslado agua)	11	
	Energía eléctrica	<i>Para usos productivos rurales</i>	Actividades productivas varias (minería, forestal, avícola, microemprendimientos, refrigeración productos lácteos, turismo). Diversos fines energéticos: iluminación, aparatos eléctricos, comunicación, electrificación de alambrados.	23
		<i>Vivienda rural y sectores montañosos</i>	Puestos, centros comunitarios, reservas, turismo alternativo. Fines energéticos: iluminación, comunicación.	16
		<i>Para vivienda urbana</i>	Áreas urbanas	1
		<i>Para alumbrado perimetral industria</i>	Industria	1
EÓLICA	Molinos para bombeo directo de agua	Actividades productivas, minería, vivienda rural, puestos, centros comunitarios, reservas, turismo. Fines energéticos: extracción y traslado de agua para consumo y riego.	25	
	Aerogeneradores para generación EE (escala familiar/comunitaria)	Actividades productivas, minería, viviendas rurales, puestos, centros comunitarios, reservas, turismo. Aplicaciones varias, escala familiar y comunitaria. Diversos usos: electrobombas, carga de baterías.	24	
	Aerogeneradores con almacenamiento de hidrógeno (gas - EE)	Minería, viviendas rurales, fincas, puestos, centros comunitarios. Uso calórico y/o eléctrico - Autoabastecimiento energético: Redes interconectadas de abastecimiento de EE, agua y gas hidrógeno.	9	
	Aerogeneradores para generación EE (granjas)	<i>Consumo interno</i>	Áreas urbanas, asentamientos, industrias, alumbrado público	4
		<i>Inserción al sistema eléct.</i>	Áreas urbanas, asentamientos, industrias	3
	Refrigeración y acondicionamiento climático	Productos agrícolas, infraestructuras de almacenamiento	2	
	Calentamiento de agua	Viviendas rurales	1	
Sistemas híbridos: E. eólica–mini embalses hidroeléct.	Complemento aerogeneradores con generación hidráulica para almacenamiento energético (EE) de largo plazo.	1		
HÍDRICA	Microcentrales con embalse	Microemprendimientos, industrias, fincas, reservas, turismo alternativo, centros comunitarios y pequeños poblados (EE y calefacción para consumo interno), puestos distribuidos (EE para carga de baterías –consumo comunitario), EE con inserción al sistema eléctrico.	8	
	Centrales de pasada	Puestos montañosos (EE para consumo familiar y actividades productivas de subsistencia)	2	
	Molinos granos (uso directo)	Procesamiento granos -Uso histórico – Turismo.	2	
	Bombas de ariete (corriente de agua)	Puestos, centros comunitarios. Fin energético: bombeo de agua	1	

Continúa Tabla 1 ...

APLICACIONES PROPUESTAS		ACTIVIDAD - USO SUELO / FIN ENERGÉTICO	Frecuencia de cita*	
BIOMASA	Tecnologías para generación eléctrica	<i>Pequeña escala (tipo motor Stirling)</i>	Actividades productivas: residuos tabaco, otros residuos agrícolas, residuos forestales y aserraderos, áreas de reserva.	4
		<i>Plantas eléctricas de biomasa (mayor escala)</i>	Industrias - Co-generación calor - electricidad para grandes plantas forestales -Aprovechamiento de biogas (conversión biogas en EE a través de turbinas de gas).	3
	Tecnologías para generación de biogas	<i>Pequeña escala (biodigestores) Nivel familiar - rural</i>	Aprovechamiento de residuos húmedos - orgánicos: granja, estiércol , otros residuos orgánicos domésticos (viviendas rurales, puestos, centros comunitarios)	9
		<i>Mayor escala Nivel regional - urbano</i>	Áreas urbanas: Rellenos sanitarios (RSU) - Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.	8
	Generación de calor para uso directo (combustión por quema)		Áreas urbanas y rurales, puestos, centros comunitarios, turismo, actividad forestal, combustión a menor escala para plantas más pequeñas (industrial), reutilización de residuos en procesos productivos (tabaco, madera). Fines diversos: cocción, calentamiento agua, calefacción, secaderos madera, procesos productivos.	20
	Cultivos energéticos anuales o plurianuales - Biocombustibles		Cultivos intensivos, recuperación de áreas degradadas.	2
	Briqueteado – Pelleteado		Actividad forestal	2
	Generación de productos/ subproductos de proceso	<i>Generación de abonos - compost (biodigestores)</i>	Residuos de actividades productivas agrícolas, pecuarias, microemprendimientos. Residuos industriales (lagunas de tratamiento anaeróbico). Residuos domésticos (viviendas rurales y puestos, centros comunitarios). Fines: Fertilización y recuperación de suelos - Aplicación en plantines de especies nativas -Recuperación de áreas degradadas.	14
<i>Otros: Aguas residuales para riego - Mantillo – Destilación residuos forestales</i>		Actividades productivas varias.	4	
MEDIDAS EFICIENCIA ENERGÉTICA	Sustitución de fuentes energéticas convencionales		Particularmente citadas para la producción y secado.	4
	Utilización de tecnologías más eficientes		Se refiere a incorporación de heladeras etiquetadas, focos bajo consumo y autos con menor consumo de combustible.	10
	Mejora eficiencia de cocinas y equipamientos a leña		Viviendas urbanas y rurales - Áreas de reserva y a recuperar.	16
	Incorporación de tecnologías ER de bajo costo		Orientadas a suplir necesidades básicas: agua caliente, cocción, algo de climatización (ej.: mejoramiento envolvente edilicia). Posibilidad autoconstrucción o auto-aprovisionamiento.	11
	Reutilización de energía en ciclos productivos		Redes de riego, procesos industriales y de secado, sistemas de cogeneración.	6
	Inversión en I+D		Referida a nuevas tecnologías, estudio consumo energético, trabajo interdisciplinario.	3
	Planificación estratégica		Medidas asociadas a: diversificación productiva (reemplazo gradual cultivo tabaco), turismo sustentable, mecanismos de transferencia, planificación productiva, trabajo interdisciplinario, manejo de recursos naturales, desarrollo de políticas energéticas, formulación y evaluación de proyectos considerando aspectos de eficiencia energética, medidas de ahorro en sector hotelero, planificación de horarios de trabajo).	12
	Educación ambiental		Aplicable a todos las actividades /usos del suelo y fines energéticos. Incluye medidas de formación, información, capacitación y concientización por medios formales y no formales.	24
	Legislación / Reglamentación		Medidas varias. Énfasis en reglamentación (ej.: Incrementos graduales de precio en función del consumo).	4

\*Cantidad de veces que fue identificada la tecnología/medida por los expertos. Nótese que una misma tecnología puede haber sido citada por un mismo experto para diversos actividades/usos del suelo y/o fines energéticos.

Tabla 2. Peso ponderado por grupo de criterios para EMC de ER

Grupos de criterios	Peso ponderado	Peso general utilizado para la EMC
Sociales	9.5	10
Ambientales	8.7	9
Económicos	8.2	8
Tecnológicos	7.3	7

Tabla 3. Criterios de aptitud, impacto y riesgo seleccionados para la evaluación de aplicaciones energéticas renovables

CRITERIOS		VALOR ponderación	Grupo/s de criterios representado/s
APTITUDES	Satisfacción real de necesidades energéticas	10	S - E
	Disponibilidad potencial del recurso energético renovable	9	A - T
	Aceptación social de la tecnología	10	S
	Posibilidad de apropiación tecnológica	10	S -T
	Existencia (o posibilidad de desarrollo) de tecnología	7	T
	Posibilidad de aprovechamiento de recursos locales	10	T - S - A
	Costos de sustitución, implementación, inversión, operación y mantenimiento	8	E - T
IMPACTOS	Accesibilidad a fuentes convencionales		
	Mitigación, compensación y corrección de impactos ambientales negativos existentes por usos energéticos tradicionales	9	A - E
	Generación de nuevas oportunidades y condiciones de equidad	10	S - E
	Valorización de capacidades locales	10	S
	Influencia sobre pautas culturales locales	10	S
	Disminución de presión sobre recursos de uso convencional	9	A - E
RIESGOS	Modificación del entorno ambiental	9	A
	Condiciones institucionales	10	S
	Permanencia		
	Vida útil de la tecnología y posibilidad de reposición	7	T - E
	Dependencia de subsidios	8	E

*Identificación de aplicaciones energéticas prioritarias para el Valle de Lerma:*

En función de la resolución de la matriz de evaluación, las alternativas propuestas fueron ordenadas en función jerárquica (valor de importancia final de la EMC) y clasificadas en cuatro clases (método estadístico: cuartiles) representativas de su nivel de preferencia para la transferencia. En general, todas las alternativas evaluadas presentaron a lo menos condición de preferencia media para la zona. Algunas aplicaciones propuestas por los expertos resultaron excluidas del análisis completo en función de los criterios restrictivos 1 y 2 (Tabla 3): no tienen fines energéticos directos (ej: Generación de productos: abonos, aguas residuales para riego), no responden a una demanda energética local (entre ellas: generación eléctrica por paneles fotovoltaicos y/o colectores concentradores solares en áreas urbanas), la disponibilidad del recurso renovable es limitada -temporal y/o espacialmente-(plantas eléctricas de biomasa y granjas eólicas de gran escala).

Entre las transferencias que surgieron como prioritarias para el Valle de Lerma se destacaron: medidas de eficiencia energética (educación ambiental, planificación estratégica, mejora en eficiencia de cocinas y equipamientos a leña); aplicaciones solares térmicas (secaderos e invernaderos para uso productivo, arquitectura bioclimática, colectores planos de calentamiento de agua para uso sanitario, cocinas y hornos solares); aplicaciones hidráulicas (tecnologías históricas como bombas mecánicas para bombeo de agua); aprovechamiento de biomasa (generación de biogas a partir de rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales). Otras alternativas con muy buenas posibilidades para la zona fueron: colectores concentradores para procesos productivos, colectores planos de aire y tecnologías UV para saneamiento como aplicaciones solares térmicas; instalación de PFV para iluminación y comunicación en sectores aislados, y microcentrales hidroeléctricas con embalse para generación eléctrica.

## CONCLUSIONES

La realización de la consulta participativa a expertos en la temática de ER y OT permitió identificar una amplia diversidad de alternativas tecnológicas renovables y medidas de eficiencia con potencial de transferencia en el área de trabajo. Asimismo los criterios de evaluación fueron definidos con una visión interdisciplinaria y más objetiva.

No obstante la moderada participación en número de respuestas, la misma fue compensada ampliamente en función de la calidad de información obtenida en las consultas remitidas. Entre las dificultades que limitan la participación en la aplicación de esta técnica participativa se identificaron: requerimiento de tiempo extra de los profesionales -generalmente con niveles altos de ocupación y sin compromiso directo con el proyecto de investigación-, extensión de la consulta, falta de familiaridad con este tipo de trabajos consultivos, discontinuidad espacio-temporal para la interpretación de consignas y discusión de planteos, dudas y opiniones en el formato vía mail.

En relación a la aplicación general de metodologías EMC con base cuali-cuantitativa y participativa, fue posible confirmar su pertinencia y valor para el abordaje de cuestiones energéticas con un enfoque integral contextualizado territorialmente. Si bien las alternativas y criterios de evaluación fueron definidos en base a una experiencia local, se considera fundamental difundir y aplicar sus bases conceptuales y metodológicas en escalas y situaciones diversas.

Finalmente, se destaca la importancia de vincular las energías renovables y medidas de eficiencia energética en procesos de planificación y gestión, destacando su incidencia en la provisión de servicios básicos, valorización de sistemas productivos y mejora de la calidad ambiental. Evaluaciones más detalladas deberán plantearse en instancias posteriores para determinar localizaciones específicas, optimizar diseños técnicos y cuestiones operativas para la transferencia concreta de las aplicaciones renovables y medidas de eficiencia detectadas como prioritarias.

**AGRADECIMIENTO:** Un sentido y sincero agradecimiento a todos los profesionales que participaron de la consulta y compartieron su tiempo y experiencias en este trabajo.

## REFERENCIAS

- Barba Romero S. y J. C. Pomerol (1997) *Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica*. Colección de Economía. Universidad de Alcalá. España.
- Barredo Cano, J. I. (1996) *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio*. Ed. RA-MA. Madrid, España. 264 p.
- Belmonte, S. (2009) *Evaluación multicriterio para el uso alternativo de energías renovables en la Ordenación Territorial del Valle de Lerma*. Tesis doctoral. Doctorado en Ciencias Orientación Energías Renovables. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Salta.
- Belmonte, S., Núñez, V., Campos, C., Sauad, J. J., Portocarrero, R. y J. Viramonte (2005) *Técnicas participativas en proyectos de Ordenación Territorial - III Seminario Internacional "La Interdisciplina en el Ordenamiento Territorial"*. CIFOT. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.
- Belmonte, S., Viramonte, J., Núñez, V., Franco, J. (2007) *Situación actual y perspectivas de energías renovables en el Valle de Lerma – Salta*. AVEREMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. V 11:12.55-12.62.
- Belmonte, S., Viramonte, J. G., Núñez, V., Franco, J. (2009) *Multi Criteria Evaluation for application of renewable energy and energy efficiency policies in the Lerma Valley, Salta, Argentina*. 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems. Dubrovnik - Croatia.
- Conesa Fernández Vitora, V. (1997) *Instrumentos de la Gestión Ambiental de la Empresa*. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. España.
- Hajkowicz, S. (2007). *A comparison of multiple criteria analysis and unaided approaches to environmental decision making*. Environmental Science & Policy 10, 177 – 184.
- Moreno Jimenez, J. M.; Aguaron Joven, J. y M. T. Escobar Urmeneta (2001) *Metodología Científica en Valoración y Selección Ambiental*. Pesquisa Operacional. V21 (1): 1-16. ISSN 0101-7438.
- Romero, C. (1996) *Análisis de las Decisiones Multi-Criterio*. Publicaciones de Ingeniería de Sistemas N°14. ISDEFE. Madrid. España.
- Romero, C. (1997) *Economía de los Recursos Ambientales y Naturales*. Alianza Editorial. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Santé Riveira, I. (2008) *Diseño de una Metodología y un Sistema de Ayuda a la Decisión Espacial para la Planificación de los Usos del Suelo Rural. Aplicación a la Comarca de Terra Chá*. Grupo de Investigación 1934 TTB. Laboratorio del Territorio. Dpto. de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela. España.

## ABSTRACT

The paper presents the results of an expert consultation on renewable energy and efficiency measures. It is part of a Territorial Planning project for Lerma Valley, Salta. The objective of the consultation was to integrate interdisciplinary visions for the evaluation of potential energy applications associated with various land uses and local demands. In the first part, we exposed the conceptual foundations that support the participatory consultation, deepening on multicriteria approach. Following is a summary of the used consultation methodology and the integration of data on EMC arrays. The results are focused on the backgrounds of the participants, identified alternatives with potential for transfer, selected evaluation criteria, and priorities resulting from the EMC. As conclusions highlights the wide range of appropriate alternatives to the area and their possible integration into regional policies.

**Keywords:** renewable energy, energy efficiency, expert consultation, multicriteria evaluation, land use planning.