



# LAS METODOLOGÍAS DE PROSPECTIVA COMO HERRAMIENTA PARA ORIENTAR LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL SISTEMA ENERGÉTICO DEL PAÍS. PRESENTACIÓN DEL OBSERVATORIO DE PROSPECTIVA DE TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS DE ARGENTINA

**Alejandro Mesa (1); Andréa Pattini (1); Luis Saravia Mathon (2); Ernesto J. Quiles (3)**

(1) INCIHUSA, CONICET, Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, Mendoza, Argentina.

E-mail: [amesa@lab.cricyt.edu.ar](mailto:amesa@lab.cricyt.edu.ar)

(2) INENCO, Instituto UNSa - CONICET, Salta, Argentina

(3) Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva, Programa Especial Energía y  
Transporte, Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

El recurso energético ha sido uno de los pilares en el cual se ha apoyado el funcionamiento de las economías y la transformación de la sociedad. Hoy en día se emplea tecnología dominada por la dependencia casi exclusiva de los combustibles fósiles.

La Argentina no escapa a estos problemas, a los que se agrega una situación de caída importante de la producción de sus reservas. Ante esto es necesario realizar un proceso de estudio de la situación actual de estas tecnologías y su evolución a largo plazo mediante técnicas prospectivas. La prospectiva es un proceso sistemático utilizado para explorar el futuro a largo plazo de la ciencia, la tecnología, la economía el medio ambiente y la sociedad.

Dentro de este contexto integrantes pertenecientes a distintas instituciones del país relacionadas con el campo energético, a través de la financiación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, dieron origen al Observatorio de Prospectiva de Tecnologías Energéticas (OPTE), cuyo objetivo general es el de establecer las principales directivas necesarias para el planeamiento estratégico del sistema energético del país a largo plazo, proponiendo acciones de I+D para lograr la apropiación, desarrollo y utilización de tecnologías apropiadas y sustentables adaptadas a las condiciones económicas del mismo.

El presente trabajo describe los aspectos metodológicos, estructura y tareas desarrolladas por el OPTE, así como las etapas futuras y objetivos próximos a alcanzar.

Palabras clave: tecnología energética, estudios de prospectiva, Observatorio de prospectiva.

## ABSTRACT

The energy resource has been one of the pillars supporting the operation of the economy and the transformation of society. Technology used today is dominated almost exclusively by fossil fuel dependency.

Argentina is also affected by these problems, in addition to a significant decline of its reserve production. Confronted with this, it is necessary to conduct a research process of the current status of these technologies and their long term evolution, keeping in mind these problems. These predictive actions conducted through prospective techniques, go beyond the technological fact, taking into consideration the economical and social framework.

Prospective ness is a systematic process used to explore the long term future of sciences, technology, economy, environment, and society.

Within this context, members of different institutions in the country who are related with the energy field, through the funding of the National Secretary of Science, Technology, and Productive Innovation, created the Energy Technology Prospective Observatory (OPTE, Spanish acronym),

whose overall goal is to set the main guidelines required for a long term strategically planning of the country's energy system, proposing R+D actions to achieve the appropriation, development, and use of appropriate sustainable technologies adapted to its economical conditions.

This study describes methodological aspects, structures, and tasks developed by OPTE, as well as future stages and goals to be achieved soon.

Keywords: Prospective study; Energy technology; Prospective Observatory

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Prospectiva y tecnología energética.

Los recursos energéticos han sido uno de los pilares fundamentales en el cual se ha apoyado el funcionamiento de las economías y la transformación de la sociedad actual. El producto bruto de los distintos países se encuentra en relación directa con su consumo energético. La experiencia muestra que ha tomado alrededor de 60 años para ir avanzando por sucesivas transiciones de una fuente primaria de energía a otra. Fue así que se ha pasado sucesivamente por la tecnología de la madera y del carbón para llegar actualmente a una situación dominada por la dependencia del petróleo y el gas natural básicamente, en un período que va desde 1910 a 1970.

Hoy en día se está comenzando a tomar conciencia de que la dependencia de los combustibles fósiles también tiene un límite. En los próximos años se llegará a un pico de producción mundial al que seguirá un lento decaimiento por algunas decenas de años. Es necesario pensar que nos acercamos a la necesidad de provocar otra transición.

A este problema se ha sumado otro, generado por el crecimiento de la población mundial: la contaminación ambiental producida por el inmenso consumo de combustibles fósiles está comenzando a producir un claro deterioro de las condiciones de vida en nuestro planeta. La Argentina no escapa a la problemática mundial que acabamos de plantear, a lo que se agregan algunos problemas propios de la evolución energética de nuestro país. En estos dos últimos años se pasó de lo que parecía ser una cómoda situación en cuanto a la disponibilidad energética, a una realidad distinta, debido a un manejo inadecuado de nuestras reservas y su explotación. La producción actual de gas natural no alcanza y es necesario importarlo desde Bolivia. Se ha hecho el anuncio de que en unos 3 o 4 años la producción de petróleo, en decadencia, no alcanzará y será necesaria la importación del mismo. Las restricciones en el consumo de combustibles se avecinan a corto plazo.

Todo este panorama indica que será necesario llevar adelante un proceso de estudio de la situación de las tecnologías y de los recursos energéticos argentinos de manera que podamos tomar las decisiones correctas necesarias en el corto, mediano y largo plazo para tratar de resolver o mitigar la situación que se está planteando.

La toma de decisiones de gobiernos y empresas con el fin de realizar inversiones cada vez más importantes en paquetes tecnológicos asociados a la energía, que ayuden al desarrollo de la economía tiene en la práctica un grado de incertidumbre debido a múltiples factores.

Para combatir esta conciencia de precariedad se han aplicado tradicionalmente una serie de técnicas que se diferencian entre si en el horizonte temporal considerado y en las bases en que se apoya la percepción del futuro. Entre ellas se puede identificar:

- a) la “*comparación tecnológica*” que se basa en recopilar la información elaborada a nivel internacional por institutos de renombre para aprender de los desarrollos, eficiencias y costos en otros países
- b) “*identificación de la demanda tecnológica*” que se basa en la opinión de expertos empresariales que utilizan las tecnologías para sus fines industriales y expertos gubernamentales que pueden identificar demandas sociales y económicas;
- c) la “*vigilancia tecnológica*” que se basa en la observación de acontecimientos relacionados con la evolución de la tecnología, tales como patentes, anuncios y presencias en ferias;
- d) la “*previsión tecnológica*” que se apoya en las expectativas de desarrollo expresadas por expertos tecnólogos que usan su profundo conocimiento de las líneas de desarrollo de los proyectos y líneas de investigación presentes y futuras.

Con el avance en la necesidad de mejorar la predictibilidad se ha hecho evidente la necesidad de ir más allá del hecho tecnológico o científico en sí y considerar los marcos económicos y sociales que rodean la aplicación de esas tecnologías. Para eso se necesita la opinión de expertos que basan sus opiniones no solo en el estricto marco científico-tecnológico, sino que tienen el conocimiento necesario para evaluar las consecuencias sociales y económicas relacionadas con las tecnologías que se aplican. En este entorno es que han nacido las técnicas prospectivas.

## 1.2 Los métodos de prospectiva

Mediante el uso de metodologías que son empleadas ampliamente en distintas disciplinas científicas, la prospectiva busca identificar los escenarios futuros más probables y deseables hacia los cuales debe dirigirse una organización, una región o un país. Existen más de 120 metodologías distintas clasificadas entre cualitativas y cuantitativas<sup>1</sup>. Algunas de las más usadas son:

### Modelos estadísticos

Predecir sobre la base de modelos estadísticos suele ser factible y exitoso incluso cuando no se conoce la razón de la asociación matemática que existe en los datos históricos. El método podría dar una predicción correcta incluso en un caso en que la explicación que se ha supuesto para la asociación estadística existente estuviera bastante equivocada. Ejemplos históricos de predicción sobre la base de modelos matemáticos fueron los cálculos astronómicos en la antigüedad. Estos primeros científicos creían que la tierra era el centro del universo y que el sol, la luna y los planetas simplemente se movían en torno a ella. Sin embargo, los modelos matemáticos de estos movimientos aparentes eran acertados y produjeron predicciones correctas de las salidas y puestas del sol y de la luna, así como de eclipses.

Suele ser ventajoso el usar un método para el pronóstico para el corto plazo y otro para los períodos de largo plazo. Para el futuro próximo, se usa con frecuencia la extrapolación lineal, mientras que ocurre con frecuencia que el sentido común, la investigación, u otra fuente de conocimiento general, nos dicen que la evolución que estamos pronosticando está sujeta a límites preestablecidos que dictan los acontecimientos más próximos, sino más bien un futuro más distante.

Si este es el caso, podemos combinar dos métodos de pronóstico: extrapolamos sólo los valores más cercanos, mientras que basamos el pronóstico de los valores posteriores sobre una ley general.

Hay grandes riesgos en pronosticar sin saber las razones de las asociaciones estadísticas. La mayor parte de los pronósticos científicos de las economías nacionales son bien conocidos por su baja fiabilidad, resultado de la falta de comprensión de las conexiones de las variables interviniéntes.

Se debe siempre tratar de descubrir la explicación racional que hay tras la asociación estadística que se va a usar como base de los pronósticos. Siempre es más seguro pronosticar sobre la base de un modelo causal, que pronosticar solo sobre la base de la asociación estadística.

### Aplicar un modelo causal

La utilización del modelo causal, es posible si se cuenta (resultado de investigaciones previas), con un modelo que muestre cómo los atributos y variables que han de predecirse dependen entre sí. En el mejor caso una de las variables en el modelo es el tiempo: entonces introduciendo el año correcto en el modelo, se obtiene inmediatamente en el pronóstico deseado.

Si el tiempo no se incluye en el modelo causal, el modelo puede seguir siendo de ayuda, porque solemos poder predecir el desarrollo de sus variables más fácilmente que el futuro del sistema entero.

Un ejemplo de modelo causal amplio fue creado por el llamado Club de Roma en 1972. Este modelo, publicado en el libro *Los límites al crecimiento*, consiste en docenas de variables, incluyendo la población mundial, tasa de nacimientos, producción industrial y agrícola, los recursos no renovables y la contaminación.

Cuando se usa un modelo causal como base de nuestra predicción, hay que tener en mente que el

---

<sup>1</sup> HAROLD A. LISTONE Y MURRAY TUROFF, (1975); BIRTE HOLST JØRGENSEN, OLIVER NIELSEN, TOBIAS REUSS, TIMON WEHNERT, (2004); MICHEL GODET, (2000); MICHEL GODET, (2008)

modelo normalmente ha sido producido estudiando cierta población, lo que significa que el modelo es válido sólo en ese contexto. No se debe generalizar de forma demasiado poco escrupulosa y afirmar que el modelo será también válido en el entorno futuro que estamos pronosticando.

### **Método de Escenarios**

Si se trata de estudiar con rigor una temática determinada con el fin de llegar a conclusiones válidas desde el punto de vista prospectivo-estratégico. El método de escenarios es una representación de futuribles que describen la evolución del sistema estudiado (empresa, grupo, organización, sector, mercado, institución, problemática, conjunto de temas relacionables, etc.), tomando en consideración las evoluciones más probables de las variables-clave y a partir de juegos de hipótesis sobre el comportamiento de los actores.

### **Método Mactor**

El método Mactor busca valorar las relaciones de fuerza entre los distintos factores y estudiar sus convergencias y divergencias con respecto a un cierto número de posturas y de objetivos asociados.

A partir de este análisis, el objetivo de la utilización del método Mactor es el de facilitar una ayuda para la decisión de la puesta en marcha de su política de alianzas y de conflictos.

El método Mactor presenta la ventaja de tener un carácter muy operacional para una gran diversidad de combinaciones implicando numerosos actores frente a una serie de posturas y de objetivos asociados. En eso, se diferencia de las búsquedas resultantes de la teoría de juegos que desembocan frecuentemente sobre la construcción de modelos aplicados no aplicables.

El método Mactor implica un cierto número de limitaciones, principalmente concernientes a la obtención de la información necesaria. La reticencia de los actores a revelar sus proyectos estratégicos y los medios de acción externos. Existe una parte irreductible de confidencialidad (con todo es posible proceder a contrastes y cruzamientos de información provenientes de diversas fuentes de una manera útil). El método presupone un comportamiento coherente de todos los actores en relación con sus finalidades, lo cual se encuentra a menudo en contradicción con la realidad.

### **Método Delphi**

Dentro de los métodos generales de prospectiva cabe destacar aquellos que se basan en la consulta a expertos, que reciben la denominación de métodos de expertos. Los métodos de expertos utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado de la materia que se va a tratar. El mejor método para obtener tal pronóstico del experto es la entrevista no estructurada. Cuando por cuestiones de distancia y numero de encuestados, sea difícil la consulta directa se recurre a un cuestionario en lugar de a la entrevista. En este punto es donde se utiliza la metodología de las encuestas Delphi.

En al método Delphi, el investigador dirige preguntas idénticas a un grupo de expertos, pidiéndoles que den sus suposiciones sobre el futuro desarrollo del tema específico. En el siguiente paso, el investigador hace un sumario de todas las respuestas que ha recibido, las envía a sus correspondientes y les pregunta si algún experto quiere revisar su respuesta original.

Las preguntas que se usan en el procedimiento Delphi suelen ser cuantitativas, y sobre la base de este tipo de respuestas, el investigador será capaz de calcular por ejemplo las medias y los rangos. Una ventaja del método es que siempre se puede usar el rango como una medida de la fiabilidad del pronóstico.

Si los encuestados se prestan al esfuerzo suplementario, se les puede pedir que justifiquen su opinión, especialmente si difiere de la de la mayoría.

### **Método de la analogía**

Los mejores métodos de pronóstico utilizan algún tipo de modelo que se supone reproduce las relaciones entre los diversos aspectos, atributos, y variables de los acontecimientos que se predicen. Un método para conseguir tal modelo es tomarlo prestado de un sistema "foráneo". Podemos tener buenas razones para creer que ambos sistemas se comportarán del mismo modo. Entonces elegimos un

sistema foráneo que ha alcanzado un estadio relativamente "posterior" o "más maduro" en el desarrollo que el sistema "doméstico" sobre el que estamos pronosticando (esto es el punto crucial en la lógica). Habitualmente el sistema foráneo, o su entorno, tienen varios rasgos que difieren del que se va a predecir, lo que va en detrimento de la credibilidad de la predicción. Así que tendremos probablemente que hacer cierto número de correcciones. Una diferencia típica entre los sistemas se refiere a su tamaño, junto a la obvia diferencia de que el sistema "foráneo" ha sido medido en el pasado y el sistema "doméstico" ha de continuar en el futuro. Casos típicos del método de la analogía son las predicciones de economías nacionales.

### **Método de Extrapolación**

La extrapolación es el método más habitual de pronóstico. Se basa en suponer que el curso de los acontecimientos continuará en la misma dirección y con velocidad constante (o con una velocidad creciente o decreciente a un ritmo constante)

La base para una extrapolación será el conocimiento sobre el reciente desarrollo del fenómeno. Se necesitará de al menos dos observaciones secuenciales hechas en puntos conocidos en el tiempo. Las observaciones son habitualmente registradas como variables cuantitativas, medidas con algún tipo de escala, el material consiste en una serie cronológica.

El método de extrapolación se aplica típicamente a las variables cuantitativas. No obstante, nada impide extrapolar tendencias que se describan enteramente en términos cualitativos, el principio es el mismo.

La debilidad innata de toda extrapolación estriba en que éstas sólo pueden atender a aquellos procesos o fuerzas que están ya interviniendo. Siempre ignoran los impactos nuevos que empiezan a actuar sólo en el presente o en el futuro. En tales circunstancias, el método de la extrapolación suele dar resultados útiles sólo para períodos relativamente de corto plazo.

### **Evaluación y descripción de la incertidumbre**

No hay demasiados métodos para predecir la fiabilidad de las predicciones. Uno de los mejores es la triangulación: hacer predicciones paralelas con distintos métodos si ello es posible. Si distintos métodos llevan a pronósticos distintos, ello nos da una idea del rango de incertidumbre.

El análisis de sensibilidad es otro método que, sin embargo, funciona sólo con modelos numéricos. La mayor parte de los métodos de pronóstico nos permiten calcular cuál será el resultado si una de nuestras suposiciones del comienzo o un elemento en los datos de entrada varía. O, si creemos saber el error probable de una de nuestras suposiciones, podemos usar este conocimiento para calcular el error probable del pronóstico resultante.

Una vez desarrollada la aproximación de la probabilidad del pronóstico, la próxima tarea es revelar esta probabilidad igualmente al público. Muchos métodos habituales de presentación del pronóstico son muy exactos, de hecho su exactitud con frecuencia se corresponde mal con la incertidumbre del pronóstico. En lugar de ello, se debe seleccionar una presentación del pronóstico que dé la impresión correcta del grado de incertidumbre. Hay, de hecho, varios métodos que pueden usarse para describir el error probable o la posibilidad de que llegue a cumplirse un pronóstico: la variación probable. Esta es de hecho la manera normal cuando se usa el método Delphi, que prácticamente siempre produce un amplio conjunto de distintas profecías hechas con varios métodos. Si las preguntas en cuestionario del método Delphi son cuantitativas, podemos calcular una expresión para la dispersión de las respuestas, como puede ser su rango. A veces, será también posible calcular la probabilidad de que el resultado factual no exceda el rango.

### **1.3 Estudios de prospectiva. Antecedentes y estado del arte**

La prospectiva es una herramienta utilizada por los poderes públicos de los países más desarrollados desde hace 3 lustros para apoyar la toma de decisiones en la definición de sus políticas. Esta herramienta constituye un conjunto de técnicas destinadas al establecimiento de prioridades de largo plazo así como de nexos entre la ciencia y la tecnología teniendo en cuenta los aspectos sociales y económicos involucrados.

Su objetivo es el de reducir el nivel de incertidumbre que afecta toda decisión a medio y largo plazo relacionada con las tecnologías en estudio. Esta incertidumbre proviene de factores tales como la acelerada evolución de las tecnologías, las cuantiosas inversiones necesarias para llevarlas a cabo, el acortamiento de los ciclos de vida de las mismas, la disminución de costos, la modificación dinámica de los mercados, la globalización de las actividades, la contaminación ambiental asociada a su utilización, etc.

A nivel mundial el país con mayores antecedentes en este tipo de estudios es Japón. Desde 1951 ha llevado adelante estudios que hoy día se calificarían como de tipo prospectivo. En 1971 se llevó adelante el primer estudio sistemático habiéndose repetido 4 veces hasta 1991. En el último caso fueron 16 las áreas en que se trabajó, incluyendo la energética. Se utilizó una técnica de tipo Delphi con diversos grupos de expertos.

En EEUU se realizan estudios desde hace varios, aunque tienen un sesgo algo diferente dedicándose a la determinación de las llamadas “áreas críticas” esenciales para mejorar la competitividad industrial, el crecimiento económico, la creación de puestos de trabajo y la mejora del nivel de vida. En 1991 el Primer Panel Nacional de Tecnologías críticas eligió 22 tecnologías esenciales entre las cuales figura la energía.

El EPRI Energy and Power Research Institute de USA elabora periódicamente los documentos Energy Technology Roadmaps que sirven de base para los ejercicios y escenarios de prospectiva que realiza el Department Of Energy (DOE) donde se actualizan evoluciones de la calidad de la demanda y como la oferta se aadecua en precios, eficiencias, impactos ambientales, etc.

En el Reino Unido el Primer Programa Nacional de prospectiva fue iniciado en 1993 publicándose en 1995. Fue organizado por la Office of Science and Technology. Para el estudio se utilizó la técnica Delphi utilizando una base de expertos de alrededor de 7000 personas analizándose 15 áreas, que incluye la de energía, constituida por cerca de 80 sectores.

Alemania realizó trabajos iniciales en la década del 80, los que se organizaron en forma más sistemática a partir de los 90. Allí se aprovechó la experiencia japonesa siguiendo los pasos de dicho país. Se establecieron 3 horizontes a 5, 10 y 20 años, utilizando una base de 3300 expertos. La tarea ha sido realizada por el Instituto Fraunhofer por encargo del Ministerio Federal de investigación y Tecnología

La Unión Europea ha puesto en marcha un Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica en 1993, el que ha sido instalado en Sevilla. El Instituto hace mucho énfasis en las consecuencias sociales de los cambios tecnológicos. Los temas de Energía, medio ambiente, empleo y energías renovables constituyen prioridades muy importantes dentro de su trabajo.

España, por su proximidad cultural y nivel tecnológico resulta un referente importante para encarar actividades en Argentina. Las tareas en este campo se han iniciado bastante más tarde que en los otros países mencionados. El Ministerio de Ciencia y Tecnología ha organizado el OPTI (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial) que lleva adelante sus tareas desde 1998. El CIEMAT, instituto de mucha importancia en el Contexto energético, cumple una tarea muy importante en estos temas, que forman parte de sus objetivos según lo indica las actas de creación del mismo. El mismo cuenta en la actualidad con más de 1000 empleados.

El OPTI dispone de un boletín periódico en el que se hacen conocer los resultados de sus estudios. Los estudios energéticos constituyen un aporte importante de sus estudios, siendo las energías renovables un punto de referencia importante para el CIEMAT.

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) edita su Energy and Impact Guidebooks Costs Data, que sirven para simular en sus modelos energéticos de planificación energética de mas de 100 países las tendencias de la oferta y la demanda de todos los recursos haciendo competir las tecnologías.

En Brasil, con el Fondo Sectorial de Energía se ha desarrollado documentación sobre el Estado del Arte y las tendencias tecnológicas para el área de energía, que sirven para diseñar planes y programas para la investigación, desarrollo y transferencia a la economía y a las demandas sociales de cada vector o recurso energético.

Como se aprecia del resumen precedente, los países más desarrollados han incrementado significativamente sus acciones en este campo a partir de los 90 y constituyen un referente importante para la toma de decisiones. Países de menor desarrollo relativo, como algunos en Europa y Latinoamérica, han iniciado tareas a fines de los 90. En todos los casos, los distintos aspectos de las energías convencionales y de las energías renovables ocupan una parte importante de la tarea realizada.

#### **1.4 Argentina y la prospectiva energética**

La Argentina pasa en la actualidad por una situación con un alto nivel de incertidumbre en cuanto a su planificación en materia energética por ausencia de una matriz energética que defina la participación y penetración futura de los proyectos tecnológicos. En materia de energías no renovables el conocimiento y explotación de sus recursos es insuficiente. Es necesario orientar adecuadamente las inversiones futuras así como recuperar la capacidad técnica de decisión local con el fin de mejorar el valor agregado de los productos. Se debe analizar adecuadamente el impacto que el uso de estas energías tiene sobre el medio ambiente procurando la adopción de técnicas sustentables de explotación y uso. La utilización de recursos renovables es aún muy incipiente debiéndose incentivar el estudio del recurso y la generación innovativa de tecnologías que las utilicen en forma económica. Se deberá sopesar en forma adecuada sus potenciales ventajas en cuanto a su contribución a un desarrollo sustentable y su potencial para la sustitución de las energías no renovables a mediano y largo plazo, para esto es fundamental evaluar la capacidad de las técnicas de ahorro y eficiencia energética en la evolución del sistema energético.

Dentro de este contexto integrantes pertenecientes a distintas instituciones del país relacionadas con el campo energético, a través de la financiación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, dieron origen al Observatorio de Prospectiva de Tecnologías Energéticas (OPTE).

El objetivo general del Observatorio de Prospectiva de Tecnologías Energéticas (OPTE) es el de establecer las principales directivas necesarias para orientar el planeamiento estratégico del sistema energético del país a largo plazo, proponiendo acciones en I+D para lograr la apropiación, desarrollo y utilización de tecnologías apropiadas y sustentables adaptadas a las condiciones económicas del mismo.

La disponibilidad actual de muy diversas opciones en materia de desarrollo energético hace que la puesta en marcha de un Observatorio de Prospectiva de Tecnologías Energéticas sea de suma importancia como un auxiliar para la toma de decisiones por parte de las autoridades nacionales.

### **2 FASES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PROPUESTO**

Como se ha descrito la prospectiva es un proceso sistemático utilizado para explorar el futuro a largo plazo de la ciencia, la tecnología, la economía, el medio ambiente y la sociedad mediante el desarrollo de visiones alternativas de lo que puede suceder. Por la propia naturaleza de la actividad prospectiva que se propone, la misma deberá ser ajustada en una primera fase de acción de los participantes del proyecto una vez que el mismo se ponga en marcha y se analicen en detalle la aplicación de estas técnicas al caso particular de la Argentina.

En una primera fase se propone como objetivo disponer de una panorámica del sector energético del país, consultando a expertos de dicho sector. Tres de las temáticas que en principio se consideran como importantes son: “tecnologías de prospección y conversión de combustibles fósiles”, “energías renovables” y “transporte, distribución almacenamiento y uso final de la energía”. Cada estudio tendrá en cuenta varios subtemas y una serie de variables relacionadas con el impacto de su materialización, momento en que se adoptará, la posición del país en relación a otros de nuestro entorno y las medidas aconsejables para vencer las barreras existentes.

Teniendo en cuenta estudios realizados en otros países de envergadura similar a la Argentina se espera que la cantidad de subtemas para cada temática se encuentre en le orden de los 50. En el tema de conversión de combustibles fósiles algunos de los principales temas a considerar son: tecnologías que aumenten la eficiencia energética de la conversión, tecnologías capaces de producir energías más limpias, tecnologías que permitan capturar y almacenar el CO<sub>2</sub> de las emisiones.

La elección de las energías renovables como subtema, se basa en que es el sector que presenta el mayor reto respecto a innovación tecnológica y desarrollo de mercados en estudio. Se tienen en cuenta las tecnologías más significativas tales como la eólica, biomasa, solar térmica, solar fotovoltaica, minihidráulica, geotermia, etc., tratando de identificar las áreas potencialmente más favorables y las acciones a poner en marcha para mejorar la posición del país en la explotación de estas energías.

Para completar la visión prospectiva integrada del sector energético se aborda el tercer estudio previéndose tener en cuenta áreas como ser las tecnologías que permitan mejorar el transporte y operación de los sistemas eléctricos, las tecnologías que permitan el almacenamiento de energía, las que favorezcan el uso eficiente de la energía en los sectores residencial y terciario, el de transporte y el industrial.

La segunda fase del trabajo consiste en elaborar los resultados de los estudios para hacer llegar la información pertinente en primer lugar a los organismos del Poder Ejecutivo que se vean involucrados en tareas de Planificación de la Energía y el Medio Ambiente como así también a las actividades docentes, de investigación y desarrollo del Sistema de Innovación Nacional y a otros interesados en el futuro tecnológico energético. El objetivo es analizar los temas que han alcanzado mayor importancia en los estudios y agruparlos en función de sus características comunes en grandes líneas de desarrollo. A estas tendencias aparecen asociadas un conjunto de tecnologías ligadas a su materialización y que desempeñarán por tanto un importante papel en el futuro del sector. También se pondrán de manifiesto una serie de acontecimientos considerados críticos, por su posible influencia sobre los escenarios futuros por ejemplo cambios de las tendencias de precios de los combustibles fósiles, la promulgación de políticas energéticas tendientes a obtener una cierta contribución de las energías renovables a la producción total, etc.

La tercera fase supone la detección de las tecnologías que serán críticas para la realización específica de las tendencias detectadas. Aquí se establecerán los detalles sobre el período de materialización, la situación actual en que se encuentra en nuestro país y las medidas que se aconseja tomar para impulsar la materialización de cada una de las tecnologías seleccionadas. A título de ejemplo de tecnologías se pueden citar: en el caso de tecnologías de diversificación mediante energías renovables se tienen los aerogeneradores de gran tamaño, centrales solares termoeléctricas centralizadas o dispersas, cultivos agroenergéticos para la producción de calor o electricidad, etc. En el caso de sistemas distribuidos de energía se pueden citar la cogeneración, las pilas de combustible etc. Para la eficiencia energética se pueden citar la mejora de la eficiencia de los sistemas de transporte, el uso de técnicas bioclimáticas en la edificación, la reducción del consumo de automóviles, etc.

La realización de las tareas ya mencionadas demanda de una base de información para su ejecución. A esos efectos se trabaja sobre dos tipos de datos. Por un lado se desarrollan bases de datos sobre el estado de arte y tendencias de las tecnologías de abastecimiento eléctrico y de uso de los combustibles, conteniendo información sobre mercados, desarrollos tecnológicos alcanzados, adaptabilidad tecnológica a las condiciones del país y costos estimados.

Por otro lado se actualiza con bases de información sobre los recursos energéticos fósiles y renovables. Eventualmente se deberán establecer recomendaciones sobre el restablecimiento de estaciones de medición y previsión de otras futuras, las que obtendrán parámetros energéticos renovables y otros de importancia para la evaluación de cambios climáticos.

El acopio y búsqueda de información trata por un lado de definir cuantitativamente la información sobre las tendencias tecnológicas y por el otro cuantificar el recurso no renovable y la capacidad del renovable. Ello se organizará con las técnicas computacionales conocidas en materia de bases de datos.

Los paneles de expertos y la consulta a los mismos constituyen las formas de obtener la información científica, técnica, económica y social que permite establecer las tendencias tecnológicas. La metodología utilizada a tal efecto en la de encuesta Delphi.

### **3 ESTADO DE AVANCE DE LAS TAREAS**

Las fases propuestas se transforman en acciones a desarrollar en la práctica. Cuatro son las líneas sobre las que se está avanzando y tienen que ver con:

## **1) Base de datos del Panel de Expertos**

Esta tarea consiste en preparar la base de datos de las personas que integrarán el panel de expertos al que se enviará el cuestionario. Si bien se dispone de distintos listados de diversas organizaciones (centros de investigación, universidades, industria) las mismas no tienen la misma estructura, no están actualizadas ni cuentan con toda la información necesaria considerada como básica dentro del proyecto

Considerando que para el estudio de prospectiva se ha seleccionado la utilización de la metodología Delphi, este tema es muy importante para tener éxito con la consulta.

Los integrantes de esta base deben estar clasificados por especialidad con el fin de hacerles llegar la parte del cuestionario Delphi para la cual están preparados para contestar. Con ese fin se preparará un a lista de especialidades o vectores de estudio.

## **2) Puesta en marcha de la confección de las encuestas Delphi.**

Esta primera tarea consiste en la preparación de la lista de preguntas que formará el cuestionario a enviar a los panelistas seleccionados. Se consideró que convendría realizar las primeras acciones con un conjunto reducido de Vectores Energéticos, para así lograr que el grupo se compenetre con la metodología y a su vez, considerando que la encuesta se haya en forma on-line, a través de la página Web del OPTE, esto permitirá ajustar la herramienta informática.

En una primer etapa se prevé que la encuesta circule entre los integrantes del OPTE, para el primer ajuste de la misma, para así en una segunda etapa, ya dentro de lo que establece la metodología seleccionada, hacerla llegar al denominado “grupo de expertos”.

## **3) Preparación de informes de Estados de Tecnologías Energéticas.**

Dentro de los objetivos del OPTE esta la difusión, ante esto se están preparando informes de los estados actualizados de las Tecnologías Energéticas para lograr una buena difusión de ellos. Estos informes formarán parte de la web y se repartirá una impresión de los mismos entre las personas a las que se quiera mantener informado de las actividades del OPTE.

## **4) Preparación de base de datos de las Tecnologías Energéticas disponibles en el mercado.**

Acorde a lo planteado en el punto anterior, este punto consisten en el diseño de planillas descriptivas por tecnología energética (eólica, solar, fotovoltaica, etc), para realizar la base de datos de las mismas en la página Web. El cargado de las mismas estará a cargo de los participantes del proyecto, como también por los industriales o distribuidores interesados en promocionar sus productos.

El proyecto apunta a poder llevar a cabo las tareas que se encomiendan con la mayor amplitud aunque es posible que los resultados se vean limitados por los recursos disponibles y el tiempo planteado. Se tiene conciencia de que la tarea que se inicia con esta propuesta, deberá ser considerada como una fase de inicio de la línea emprendida.

## **4 REFERENCIA**

Las actividades descritas se enmarcan dentro del proyecto Observatorio de Prospectiva Tecnológica Energética Nacional – PAE 22763. Convocatoria PAV 2004, Proyectos Tipo II (Redes). Financiado por Contrato BID 1728/OC-AR, Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva, Programa Especial Energía y Transporte de la República Argentina.

## **5 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

AITKEN D. A., **Transitions to a Renewable Energy Future**, International Solar Energy Society, <http://whitepaper.ises.org>, 2004.

BIRTE HOLST JØRGENSEN, OLIVER NIELSEN, TOBIAS REUSS, TIMON WEHNERT, (2004). Delphi Report, EurEnDel Technology and Social Visions for Europe's Energy Future a Europe-wide Delphi Study.

CRAIG, P.P ET AL, **What can history teach us? A retrospective examination of long-term energy forecasts for the U.S.**; Annual Review of Energy and the Environment, 2002

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, DOE / EIA. **International Energy Outlook: 1998, with Projection through 2020**, 0484198, Washington DC; 1998

EPRI (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE), **Electricity Supply Roadmap**; Vol2, "Electricity Supply"; California, 1999

HAMELINCK, C.N. – **Future Prospects for production of methanol and hydrogen from Biomass**, Journal of Power Sources – 2001

HAROLD A. LISTONE Y MURRAY TUROFF, (1975) **The Delphi Method**, Addison-Wesley Publishing.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO, (2007). **Prospectiva de la investigación y el desarrollo tecnológico del sector petrolero**. México, D.F.

INT – ANP. **Visão de futuro**, Proj. Tendências Tecnológicas para o setor de O&G en Brasil; Resumo Executivo, Macroplan Prospectiva & Estratégia, 2002

MACEDO, I. C. **Gasificação de biomassa para a geração de energia elétrica**, no relatório sobre Biomassa, CENERGIA, Rio, 2002

MICHEL GODET, 2008. **Methodes Et Outils. Six problèmes, Six méthodes**. Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation <http://www.3ie.fr/lipsor/logiciels.htm>.

MICHEL GODET, 2000, **La caja de herramientas de la prospectiva estratégica**. Cuaderno publicado por Gerpa con la colaboración de Electricité de France, Mission Prospective. Librairie des Arts et Métiers, 33 rue Réaumur 75003 Paris.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ESPAÑA **Boletín Economía industrial** Publicado Por el (Centro de publicaciones), Prospectiva tecnológica, No. 342, 2001, 6 números anuales.

NAKICENOVIC, N. ET AL: **Global Energy Perspectives**, Cambridge, UK; Cambridge University Press, 1998

NOVEM (NETHERLANDS AGENCY FOR ENERGY AND ENVIRONMENT) **Long Term Perspectives of Biomass Integrated Gasification with Combined Cycle Technology**, R 9840, Dic. 1998

OBSERVATORIO DE PROSPECTIVA TECNOLOGICA INDUSTRIA (OPTI) 2007. **Comportamiento Social ante el Desarrollo Sostenible**. Madrid, España.

OBSERVATORIO DE PROSPECTIVA TECNOLÓGICA INDUSTRIA (OPTI), 2002. **Energía. Tendencias tecnológicas a mediano y largo plazo**.

PEREIRA, E. M. D. P.; **Tecnologia Solar Térmica**, Workshop "Análise Prospectiva da Introdução de Tecnologias Alternativas de Energia no Brasil", COPPE – 2002

POWERMODAL ENG. LTD E MARBELE RESOURCES CONSULTANT LTD, **Cost Reduction Study for Solar Thermal Power Plants**, World Bank – Final Report, 1999

ROGNER, H.H.: **Energy Resources**, WEA, 2000; [www.undp.org/seed/eap/activities/wea](http://www.undp.org/seed/eap/activities/wea)

SOMOZA CABRERA JOSÉ, PEDRO ÁLVAREZ MEDERO, **Herramientas para la Formulación de Política Energética: el Análisis Prospectivo en la Construcción de Escenarios Energéticos y el Uso de Modelos para su Formalización**. CubaSiglo XXI, número L, feb/2005., Cuba

WILLIAMS, R.; **Towards zero emissions from fossil fuels**, na conf. "Sustentabilidade na geração e uso de energia no Brasil: os próximos vinte anos", Acad. Bras. De Ciências / UNICAMP, Fev. 2002

WILLIAMS, R; **Advanced Energy Supply Technologies**, Energy and the challenge of sustainability, WEA – UNDP, 2000.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WECD) **Our Common Future**, New York-Oxford, 1987.