

## Meteorología y Energías renovables no convencionales, la opinión de un experto en ciencias de la Atmósfera

**Entrevista a José Vergara Ahumada,  
Ing. Civil, PhD en Ciencias de la Atmósfera, Universidad de Maryland.**



*En el marco de la importancia de la generación de energía para nuestro país, del uso de las ERNC, la relación estrecha con el medio ambiente y la Salud Pública, es que se realizó esta entrevista a un connotado investigador y científico experto en la materia, quien nos entrega una opinión técnica sobre la situación energética actual, con especial énfasis en las ERNC y el medio ambiente.*

Autor: Dr. Ramón Vergara Mejías,  
Residente en Salud Pública U. de Chile.

No es fácil la vida de un meteorólogo: todo lo que diga puede ser usado en su contra. Sin embargo, su desempeño ha sido impecable estos últimos 21 años pronosticando el tiempo tanto en Chile como el extranjero. Para esto, utiliza los datos generados por la red de estaciones meteorológicas ubicadas en todo el mundo, datos que luego son procesados por supercomputadoras ubicadas en Estados Unidos, cuyos resultados o análisis se extraen vía internet, este análisis forma la base o condición inicial para resolver el modelo físico-matemático que implementó en 1996 para pronosticar el tiempo y cuya ejecución tarda toda la noche en un computador de su oficina. Este fue el primer modelo regional de pronóstico del tiempo del Hemisferio Sur.

Hoy lo encuentro trabajando en pronosticar el tiempo para costa este de USA y Norte de Europa para, de ese modo, predecir la demanda de sal necesaria para utilizar en deshielo en caminos y carreteras –no olvidemos que Chile es uno de los mayores exportadores de sal del mundo– y de este modo evitar los accidentes de tránsito producto del hielo y escarcha que transforma las carreteras en verdaderas pistas de patinaje para vehículos y personas, como ocurre en nuestra Patagonia chilena y en la alta montaña.

También trabaja pronosticando la nieve en alta montaña, y con esto el riesgo de avalanchas, para así evitar la ocurrencia de accidentes y fatalidades que afectan a mineros y sus familias, como ocurrió en Sewell – El Teniente durante agosto de 1944 en la llamada “La muerte blanca”, en donde 102 personas fallecieron producto de una avalancha

de nieve. Nos recuerda que al año siguiente, Sewell fue víctima de otra tragedia, la más grande de la historia minera del mundo, en donde fallecieron de asfixia 355 trabajadores en la llamada “muerte negra” o del “humo”.

De profesión Ingeniero Civil, nos cuenta que primero fue talabartero en el taller de su padre y abuelo en Putaendo, para luego ingresar a la Escuela Industrial de San Felipe donde estudió para mecánico tornero. A finales de los 70s ingresa a la Universidad de Chile a estudiar Ingeniería Civil, especializándose en hidráulica, ingresando a la planta académica de la Universidad. En Agosto de 1993 ingresa al programa de Doctorado en la Universidad de Maryland luego de ganar una beca de NCAR-NOAA, regresando a Chile durante los temporales de 1997. Desde esa fecha y por 6 años trabaja como profesor en la escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, para posteriormente hacer clases en su especialidad en la Universidad Católica de Chile. Ha ganado cerca de cinco proyectos FONDECYT como investigador principal, y como co-investigador en un número importante de proyectos, incluidos algunos FONDEF.

Se especializó en modelamiento numérico de la Atmósfera y Meteorología Aplicada a Ingeniería, Agricultura, Contaminación atmosférica; participa en forma permanente en congresos internacionales y conferencias como invitado, publica en distintas revistas especializadas al igual que artículos de divulgación en prensa, explicando y aclarando conceptos en meteorología, hidrología, y ERNC.



Figura 1 recolección de datos en campos de hielo, región de Aysén

### —¿Por qué estudió Ingeniería, y más específicamente Meteorología?

“Muy difícil la pregunta... cuando ingresé a Ingeniería en los 80 no pensé que me dedicaría a esto, la vida da muchas vueltas, y de a poco me fui adentrando cada vez más, hasta que al final terminé con un Doctorado, algo que no se espera de un alumno de una Escuela Industrial, el cual pude terminarlo en el tiempo récord

de tres años y medio. El proceso de un doctorado en USA es diferente a lo que se hace acá en Chile, allá sigues a un Profesor que es guía, y no solo una persona que dicta clases, el cual si le demuestras capacidad te va entregando todo el apoyo para que continúes y logres tu proyecto. Tuve la suerte de tener un muy buen Profesor y compartir con otros tantos, lo cual es muy motivante para llevar con éxito un programa que no es fácil. El intercambio de conocimiento es muy

necesario para hacer investigación de todo tipo... en las Universidades de USA y Europa puedes compartir con un gran número de Profesores que están realizando investigaciones en la frontera del conocimiento, lo que favorece el desarrollo como investigador y las capacidades para la resolución de las distintas problemáticas, no hay que olvidar que la meteorología fue y será una Ciencia Aplicada, y al final del día se tendrá que emitir un pronóstico que al día o semana siguiente se podrá verificar”.

**—Entrando en el tema de las ERNC y Cambio Climático, ¿Cómo ve el escenario actual en Chile, y cuál es su opinión con respecto a la política energética en nuestro país?**

“Yo soy Ingeniero Hidráulico, por lo que soy muy partidario de la energía extraída de ese origen, pienso que es una de las fuentes de energías más limpias que hay. En cuanto a las ERNC, es decir la eólica, solar y geotérmica, pienso que es esta última la que tiene mejores posibilidades en cuanto a potencia instalada, donde hoy es posible construir centrales de 100 MegaWatts (MW), lo que equivale a una central hidráulica pequeña. En cuanto a la energía eólica y solar, los grandes problemas los tenemos en cuanto a su disponibilidad (factor de planta), capacidad de regulación y costo de la energía producida. En la práctica la energía eólica y solar tienen un costo de la energía producida (MWh) mucho más alto que las fuentes tradicionales. Chile tiene una topografía muy abrupta, salvo situaciones muy puntuales y locales, no tenemos terreno favorable para instalar grandes parques eólicos, a diferencia de Argentina, que tiene una gran pampa. Pero el gran problema es el bajo factor de planta (FP), que da cuenta de la relación entre energía media producida o aporte a la matriz nacional y la que se requiere instalar, que es lo que determina el costo de la inversión. En los parques eólicos de nuestro país este FP es del orden del 20%, entonces si se habla de un parque de 20 MW, lo que realmente aporta a la matriz eléctrica es del orden de 4 MW en promedio, ese es el problema, se requiere construir un parque eólico de 20 MW con un costo aproximado de 40 Millones de dólares para producir la energía equivalente a una mini central hidráulica de 4MW, que tiene un costo de 5 Millones de dólares. Aún quedan muchos proyectos hidráulicos de bajo costo por desarrollar...”

“Las plantas solares son más caras que las eólicas, aun cuando tienen un FP similar, ninguna de las dos fuentes de energía compiten favorablemente con la energía hidráulica, ambas requieren de una fuente de energía complementaria para poder compensar su variabilidad, que puede ser la hidráulica o geotérmica. En el norte por ejemplo se están utilizando los proyectos híbridos solar–diesel y en la zona central eólico-hidráulica”.

**En uno de sus artículos el Dr. Vergara plantea el siguiente problema:**

“Supongamos que quisiéramos abastecer con energía solar fotovoltaica una potencia media de 2.500 MW, comparable a los proyectos de HidroAysén (2.750 MW) y/o Castilla (2.200 MW). Por tratarse de una fuente energética variable y muy difícil de almacenar, donde el máximo de radiación solar se da durante la tarde mientras que durante la noche no se dispone de energía, las centrales fotovoltaicas en el norte del país tienen un factor de planta máximo (porcentaje de energía realmente producida) cercano al 25%. Eso significa que para generar en promedio 2.500 MW de nuestro problema, se debería proyectar una planta solar con una potencia nominal de 10.000 MW. Esta sería una obra descomunal. Por su envergadura implicaría, por ejemplo, 116 millones de paneles fotovoltaicos, equivalentes a 925 mil toneladas con un volumen mayor al cerro Santa Lucía, que demandarían 45 mil hectáreas para ser instalados, algo como ocho veces de lo que requiere el proyecto HidroAysén, afectando, entre otros, el microclima de la zona (contaminación lumínica), y se traduciría en un desembolso cercano a US\$31 mil millones, 10 veces más caro que un proyecto tradicional.

El país debe conversar y definir qué matriz necesita, pero ese diálogo –para que sea saludable– requiere que sea reflexivo y racional. Y hoy, dado estos resultados, uno puede concluir que la energía solar fotovoltaica no está en condiciones de reemplazar una parte importante de la matriz energética chilena”.

“El Usuario requiere un suministro de energía estable y de calidad, en frecuencia y voltaje, lo que implica contar con la capacidad de regular la energía... en el caso de la energía hidráulica se regula con el embalse u obras adicionales, en las centrales geotérmicas lo regula el tamaño de la fuente, definido después de los estudios

de terreno, pero en la solar y eólica esto no es posible. Las soluciones actuales en baterías o termofluidos son inviábiles para grandes plantas y altamente contaminantes. Es impensable hoy en día creer en un sistema que se nutra 100% de ERNC, se requiere una segunda fuente, como hidráulica y/o térmica”

### —¿Considera que es posible llegar al 20% de energías renovables para el año 2024, como se ha planteado?

“Según las condiciones actuales es muy difícil por un tema técnico principalmente, limitado por los factores de planta de la ERNC (20%), si se instala más de un 20% (FP) de la demanda, en algún momento se producirá más que la demanda (aumento de voltaje), sobrecargando el sistema con el riesgo de quemar equipos y producir “apagones”. Falta mucho desarrollo aún, pero es técnicamente imposible pensar que la potencia instalada en energía solar + eólica supere su factor de planta.

“Un tema que no se comenta y que se desprende de lo anterior, pero que es muy importante que la opinión pública conozca, es que un aumento en la potencia instalada en ERNC requerirá una mayor inversión en líneas eléctricas o torres, lo que paradójicamente es rechazado por los sectores ambientalistas y por la misma población”.

### —¿Y qué opina del impacto ambiental de las centrales hidroeléctricas?

“Todas las fuentes de energía tienen impacto ambiental. Las eólicas, por ejemplo, por cada molino que se instala, se requieren de 4 a 5 hectáreas de terreno, ya que se debe dejar un espacio entre un molino y otro para evitar la interacción entre ellos, de modo de no tener pérdidas en el sistema, y Chile requeriría grandes parques eólicos, lo que implica ocupar valles con estructuras que pueden dañar la fauna sobre todo las aves, y producen además contaminación visual... hay que buscar el equilibrio y esto implica disminuir tanto los costos económicos como ambientales, en este caso las ERNC, salvo en casos muy particulares, no pueden competir con la Energía hidráulica, ya que comparativamente hablando, en términos de los grandes proyectos que se requieren, las ERNC (eólica y solar) resultan ser más caras, tanto en términos económicos como ambientales”.

### —Se habla mucho de instalar centrales eólicas en el mar, ¿No sería esta la solución en Chile?

“En Chile es casi imposible. Las centrales mar adentro que se usan en Europa, por razones técnicas, se fundan en aguas poco profundas menores a 20 metros, de lo contrario resulta extremadamente caro su fundación, estamos hablando de estructuras gigantes, con aspas que miden más de 100 metros de diámetro con torres que también superan los 100 metros de altura. Por todos es conocido que la plataforma continental se profundiza rápidamente y es difícil encontrar lugares de baja profundidad, estos proyectos tendrían que ser instalados en bahías poco profundas, pero hay muy pocas en Chile, y todas son de gran interés turístico, lo que genera un conflicto. A eso habría que agregar el riesgo de tsunami e impacto para la navegación.

Por otra parte las centrales geotérmicas están cerca o dentro de parques nacionales, donde las aguas termales son de interés turístico, y los tendidos eléctricos tendrían que pasar por los parques o zonas protegidas, con lo que nuevamente tenemos un conflicto”.

“A mi modo de ver el país tiene que desarrollar su matriz energética, que sea económica y ambientalmente viable, pero cualquiera sea la solución tendrá un impacto económico y ambiental”.

### —¿Y la energía solar en el norte...?

“La demanda domiciliaria en el norte está en la costa, lejos de la demanda asociada a la minería. La ventaja de la energía solar es que la puedes instalar muy cerca de la demanda, pero si tenemos demanda en la costa, y también necesidades de la industria minera, la cosa se complica, ya que son bastantes kilómetros de distancia, y el costo de la transmisión es alto, pero cuando hablamos de poblados pequeños es muy válido, pero tiene su costo. Por ejemplo un proyecto híbrido solar-diesel para una población de 80 personas cercano a Iquique requirió una inversión de 2,5 millones de pesos por habitante, lo que es posible gracias al aporte de la industria minera, pero si aumentamos la población a 1.000 o 10.000 personas, los costos crecen enormemente y la solución deja de ser viable”

“Las ERNC no son una fuente de energía cómoda y fácil de usar, se requiere educar y capacitar a la gente en el uso correcto y racional de esta fuente de energía. Por ejemplo, requiere mantener baterías con un costo que puede llegar a la mitad del costo total del proyecto...”

**—¿La energía mareomotriz tiene potencial en nuestro país?**

“Es una forma de energía hidráulica que aprovecha la caída del agua generada por la diferencia entre las mareas, las cuales por un tema geofísico son máximas cerca de los 45 grados de latitud como en Chiloé, su instalación tiene un alto impacto ambiental, en que hay que hacer una gran instalación y ocupar mucha dinamita, son muy ineficientes desde el punto de vista técnico, dado que se cuenta con una caída de agua muy baja (poca energía potencial), la energía se obtiene de los grandes volúmenes de agua que pasan por sus turbinas (energía cinética), por lo que comparativamente con las centrales hidráulicas tradicionales requieren grandes turbinas, con grandes estructuras civiles, por otra parte el agua es salada generando corrosión, por lo que debes trabajar con acero inoxidable y eso lo hace mucho más caro. Es una energía viable en nuestro país, pero implica un costo mucho mayor tanto en lo económico como ambiental.

**—¿Y en la región de Aysén podría ocuparse esta fuente de energía? Hay muchos fiordos y canales por allá...**

“Sí, pero tiene que ser un fiordo muy especial, con forma de embudo, ancho en la entrada que permita el ingreso de un gran volumen de agua, luego una angostura que permita la instalación de las turbinas con el menor impacto posible y finalmente una zona ancha que funcione como embalse que funcione como regulador de energía, no son muchos los fiordos que cumplen con estas características, yo al menos no conozco ninguno, de lo contrario hay que usar explosivos. Una estructura de este tipo afecta el movimiento de animales marinos que ocupan ese hábitat natural, como peces, toninas etc. O sea, y como todos los casos anteriores, tiene un costo ambiental asociado...”

*“La utilización de las ERNC en nuestro país debe ser racionalizada según nuestro clima y geografía, y tiene que ser complementada con otras fuentes de energía”.*

**—Pasando a otro tema contingente, que tiene que ver con la utilización del Litio en nuestro país, ¿es una buena opción como materia prima en el almacenamiento de la energía eléctrica?**

“En la energía eólica y solar tenemos el problema del almacenamiento de la energía obtenida, ya que a diferencia de las energía hidráulica, geotérmica y mareomotriz, en que se puede almacenar energía potencial en embalses por ejemplo, aquellas no tienen esta capacidad, por lo que la forma de almacenamiento en estos casos es a través del respaldo con la red... el tema de almacenar la energía en baterías es tremendamente contaminante y caro, requiere de grandes baterías... en Alaska utilizan grandes bancos de baterías para regular por algunos minutos la energía. Una batería tiene una vida útil limitada, que depende del buen uso, características de la demanda y las condiciones ambientales, entre otras. Terminada la vida útil de la batería está el problema de qué hacer con ellas, generándose verdaderos cementerios de baterías, las que recordemos contienen mucho plomo y otros químicos, con un riesgo ambiental y por lo tanto un impacto ambiental no menor, por lo que hay que pensar en eso también cuando se piensa en una política pública que implique la utilización masiva de baterías”.

**—Por lo que hemos visto, la población y Chile requiere educación en la utilización de la energía...**

“La utilización de la energía en general debe ser racional, y en especial la utilización de las ERNC debe ser racionalizada según nuestra demanda, clima y geografía. La correcta utilización y proyección futuras tiene que ir de la mano con un correcto equilibrio entre las distintas fuentes de energía, y no solo la ERNC que por sí solas no son capaces de satisfacer la demanda con la calidad que se requiere. La gente está acostumbrada a utilizar la energía libremente, lo cual aumenta la demanda en forma significativa, por otra parte las ERNC requieren un mayor mantenimiento: los paneles solares hay que

limpiarlos, orientarlos, sacarles la nieve, los molinos de viento domiciliarios también, tienen que ser frenados cuando hay mucho viento para que no se rompan los equipos o sobrecarguen las baterías. Hay que invertir en energías pasivas... por ejemplo en Europa las casas prácticamente se calefaccionan con el calor que emiten las personas, ya que están muy preparados... en el sur de nuestro país la gente no tiene sus casas acondicionadas para el frío, las casas no son herméticas, por lo

que ocupan mucha leña para calefaccionar, lo que origina mucha contaminación intra y extra domiciliaria, ejemplo tenemos en las ciudades de Temuco, Valdivia, Coyhaique, Cochrane, etc., en parte por una falta de educación y también por la falta de una política pública para el uso óptimo de la energía, como país tenemos que la producción de energía es una responsabilidad de todos”.