

LAS NIEBLAS COSTERAS COMO RECURSO HIDROLOGICO

PILAR CERECEDA TRONCOSO
Instituto de Geografía,
Pontificia Universidad Católica de Chile

INTRODUCCION

Desde el año 1980, el Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile ha estado llevando a cabo estudios sobre el fenómeno de las neblinas costeras o camanchaca en el litoral semiárido de Chile.

Hoy, ve coronado sus esfuerzos con la instalación de 60 atrapanieblas en el área de El Tofo, en la Región de Coquimbo, un sistema hidráulico que entrega en promedio 12.000 litros de agua al día, el que podrá abastecer a la localidad de Chungungo, pueblo de 450 habitantes que sufre una aguda escasez de ese vital elemento.

EL AREA DE ESTUDIO

Si bien la experimentación se ha llevado a cabo en la IV Región, el área de estudio es todo el litoral del norte chileno, entre las regiones de Tarapacá y Coquimbo. Hablamos de 1.600 kms. de largo por un ancho promedio de 25 kms. tomados desde la línea de costa hacia el interior del continente; son 40.000 kilómetros cuadrados, es decir, la superficie de la Región de Coquimbo.

Se trata de una zona cuya característica principal es la aridez y semiaridez, donde las precipitaciones son escasas, aumentando levemente de norte a sur, desde 2 mm. en Arica a 100 mm. en las proximidades de La Serena. Sólo 7 ríos andinos la atraviesan con cursos de agua permanente, y algunas quebradas costeras efímeras, que dejan grandes espacios interfluviales donde el recurso agua, tanto superficial como subterráneo, es muy escaso o nulo. El paisaje se desarrolla bajo un matiz desértico que se interrumpe sólo en algunos sectores de oasis o en los valles de dichos

ríos; va cambiando su fisonomía también de norte a sur, hacia un matorral semidesértico con características eminentemente xerofíticas o en algunos años especiales con el fenómeno del desierto florido.

Uno de los problemas más graves del área es la escasez del recurso agua, el que limita el desarrollo y el asentamiento humano, si bien hay recursos importantes como son la pesca, la minería y el turismo.

Aquí se encuentran grandes ciudades: Arica, Iquique, Antofagasta, La Serena y Coquimbo. Su localización en la mayoría de los casos sólo se explica por ser ciudades puertos por donde salen los principales recursos mineros y pesqueros. Aunque estas ciudades han sufrido desde siempre una angustiante escasez de agua, en cierta medida, han justificado grandes inversiones en acueductos, como es el caso de Arica y Antofagasta, y en la prospección de agua subterránea, como sucede en Iquique.

Pero existe un rosario de pueblos y pequeñas comunidades litorales que no logran abastecerse adecuadamente de agua debido a que las fuentes del recurso son muy deficientes o nulas; porque sus poblaciones son muy fluctuantes de acuerdo al precio que sus recursos tienen en el mercado nacional e internacional, o porque el escaso número de habitantes no justifica grandes inversiones en prospección, extracción y conducción de agua desde su fuente al centro de demanda. Por ello, aún hoy, a fines del 2000, todavía se abastecen precariamente con camiones aljibes, a merced de todos los inconvenientes que el sistema acarrea. Está aquí, quizás, el talón de Aquiles para el desarrollo del área.

Es ésta la razón que movió al equipo de la U.C. a buscar nuevas fuentes de agua, especialmente los llamados recursos no tradicionales.

PORQUE LA NEBLINA ES UN RECURSO POTENCIAL DE AGUA

La neblina es una nube, es decir una masa de aire que contiene minúsculas gotas de agua de aproximadamente 1 a 5 micrones, que por ser tan pequeñas y livianas no caen por gravedad y se mantienen suspendidas a merced del viento.

Hay varios tipos de niebla o neblina: de radiación, orográfica y de advección. Son estas últimas las que interesan por estar determinadas por condicionantes a nivel regional, y por lo tanto, más permanentes en el tiempo.

Se presentan en forma de nube estrato y estratocúmulo principalmente, y se generan a varios cientos de kilómetros en el océano, a causa de la influencia del Anticiclón del Pacífico que actúa como centro dispersor de vientos, a semejanza de un gran ventilador. La masa de aire cálido allí generada, tiene la propiedad de poder contener gran cantidad de humedad atmosférica. Este vapor de agua, al entrar en el área de influencia de la corriente fría de Humboldt, se condensa, fenómeno que en circunstancias normales, produciría lluvia; no sucede así, debido a que en estas latitudes se produce una inversión dinámica, es decir, la temperatura no desciende con la altura, debido al aire que baja desde las altas

capas de la atmósfera, fenómeno conocido con el nombre de haz descendente de las células de Hadley. De allí que el resultado sea el de una nube estratiforme limitada por un techo o capa límite situado a una altura próxima a los 1.000 m. Es interesante hacer notar que sobre la masa nubosa el cielo es limpio y claro y la atmósfera se presenta con gran sequedad, es decir con una humedad relativa muy baja.

Tratar de hacer precipitar una nube no es ambición nueva ni imposible. De hecho hay adelantos importantes en las técnicas para hacerlo; las más conocidas están relacionadas con el bombardeo de nubes cúmulonimbus con yoduro de plata, elemento que actúa como núcleo de condensación y además da peso para que las gotas precipiten. En el caso de las neblinas costeras chilenas, esto no es posible por el tipo de nube, pero, en cambio sí es posible interceptar las gotas con obstáculos artificiales a semejanza de lo que hacen los árboles, por ejemplo, en Fray Jorge, donde la vegetación atrapa las gotas de neblina y las deja escurrir al suelo donde queda disponible para ser utilizada por la planta.

¿QUE PASOS SE HAN SEGUIDO PARA ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE UTILIZAR LAS NIEBLAS COSTERAS COMO RECURSO HIDROLOGICO?

Varios años se han invertido en el estudio de las neblinas costeras para conocer sus posibilidades de aprovechamiento. Las técnicas no son nuevas en sus principios básicos; ya los changos hacían montículos de piedra para atrapar el agua de ella, los mineros disponían las calaminas del techo de sus viviendas de tal modo que el agua escurría hacia recipientes especialmente instalados para ese fin. Se sabe que en Cabo Verde, Africa, un agricultor hizo una experiencia con plantas captadoras para regar una pequeña parcelita agrícola; en las islas Canarias también se ha estudiado el "mar de nubes", pero fundamentalmente desde el punto de vista científico, más que práctico. En las costas del Perú, también se han hecho algunos ensayos, especialmente con fines agrícola y forestal en la zona de vegetación de lomas.

Pero, indudablemente, Chile es el país más avanzado en el mundo en el conocimiento del fenómeno y en el diseño de atrapanieblas. En 1957, se inicia en Antofagasta, en la Universidad del Norte, el estudio de las nubes en Morro Moreno y otras áreas cercanas a la ciudad, y el enfoque principal está dirigido al diseño y construcción de aparatos captadores del agua. El padre Saa S.J. y el profesor Carlos Espinosa, son los pioneros en Chile. Logran importantes adelantos técnicos y experimentan durante varios años. En la década de 1960, Kummerow, agrónomo de la Universidad de Chile, investiga el fenómeno en el parque nacional Fray Jorge, y constata que aunque el pluviómetro tradicional indica que la lluvia es de menos de 100 mm. al año, la precipitación oculta, es decir, el agua de la neblina precipitada hace aumentar ese índice a una cifra cercana a los 900 mm. anuales.

El Instituto de Geografía experimentó en la zona de Temblador, Cuesta Buenos Aires, y en El Tofo con una gran variedad de modelos de captadores y llegó finalmente a diseñar un atrapanieblas de bajo costo y de fácil instalación. El avance en el conocimiento de los factores geográficos que determinan la dinámica de la niebla ha sido notable.

Tres aspectos fundamentales deben estudiarse para conocer la factibilidad de utilización de las nieblas: la nube, es decir, la dinámica geofísica que rige el fenómeno de niebla costera; la localización geográfica, (dónde hay niebla, dónde es más densa) y la tecnología apropiada para extraer el agua de ella (sistemas de atrapanieblas).

Actualmente se lleva adelante un proyecto de investigación absolutamente completo en el área de El Tofo. Dicho proyecto está financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá y participan instituciones de ambos países.

El estudio geofísico de la niebla está a cargo del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, representado por el profesor Humberto Fuenzalida, investigador principal del proyecto, y ha realizado exhaustivos análisis del comportamiento de la nube, con un programa meteorológico integral basado en campañas de intenso rastreo de parámetros geofísicos.

El estudio geográfico, a cargo de la Universidad Católica, y del cual se hablará más adelante, ha sido llevado en el Instituto de Geografía, con participación activa de su alumnado.

La parte correspondiente a la construcción de los atrapanieblas, del estudio de la aducción y de la entrega del agua al pueblo, se ha realizado en forma conjunta por la Corporación Nacional Forestal, dirigida por don Guido Soto, y por la Secretaría Regional de Planificación y Coordinación de la Región de Coquimbo.

Toda esta labor ha sido coordinada, y asesorada directamente por el Doctor en Física de Nubes, Robert S. Schemenauer, del Servicio Atmosférico Ambiental del Ministerio del Ambiente de Canadá.

LA INVESTIGACION GEOGRAFICA

¿Por qué se eligió el área de El Tofo?

El lugar reúne todos los requisitos geográficos que hacen de ella un área de continua y abundante neblina. Ya en estudios anteriores, desde la perspectiva de la localización óptima según patrones ambientales, indicaban su potencialidad.

Estos patrones se refieren a la presencia de un cordón montañoso que supera los 700 m. de altitud; próximo a la línea de costa: con un eje longitudinal perpendicular a los vientos predominantes del suroeste (media luna orientada hacia el mar): con una cuenca interior, con características propicias para actuar de centro de baja presión, apta para succionar los vientos generados en el mar; y lo más importante, un pueblito, Chungungo, que sufre una aguda escasez de agua, y donde sus recursos tradicionales de agua son muy escasos (Larraín y Cereceda, 1988; Schemenauer et al, 1988).

A lo largo del norte chileno ya se ha podido establecer una serie de sectores con alto potencial para la captación de niebla, se han medido sus

posibilidades a través de un neblinómetro que ha sido inventado en el país por Nazareno Carvajal, geógrafo U.C., y que tiene la particularidad de poder registrar montos de captación a través del tiempo (Carvajal, 1983; Schemenauer, 1987 y Schemenauer y Cereceda, 1988). A modo de ejemplo se puede decir que ya se tienen catastradas las regiones de Atacama y de Coquimbo, presentando la primera de ellas 60 lugares potenciales de captación, con cuatro áreas debidamente medidas a través del instrumento mencionado: éstas son: de norte a sur, Las Bombas, cerro Obispo, Carrizal Bajo y Carrizalillo.

Una vez establecida el área de potencialidad de neblina, es importante conocer el lugar exacto de ubicación de los elementos captadores de agua. Para ello, se está elaborando en la actualidad un modelo matemático que permita detectar la relación viento-topografía local.

A la fecha, mediante un método netamente empírico, se ha utilizado el sistema de instalación de neblinómetros en distintas áreas del cordón montañoso, de acuerdo a parámetros establecidos según hipótesis previas, para conocer el núcleo de máxima densidad de la nube en el terreno.

Con treinta neblinómetros, medidos en dos campañas intensivas, en noviembre de 1987 y abril de 1988, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- a) La captación de agua de neblina en El Tofo es mejor a una altitud cercana a los 700 metros.
- b) La captación de agua de neblina es mejor en un cordón montañoso con orientación hacia el SW.
- c) La captación de agua de neblina es, en la mayoría de los casos, mejor en las cimas o líneas de cresta, que en las laderas.
- d) Los portezuelos constituyen una de las formas de relieve más eficaces para la captación de agua de niebla.

De los resultados obtenidos hasta hoy, se puede aseverar con propiedad que la variable determinante de la captación de agua de neblina está dada por el comportamiento del viento, el que a su vez está directamente relacionado con los rasgos topográficos y las formas específicas del relieve (Schemenauer y Cereceda, 1988).

Cuando se establece que un área es potencialmente apta para la captación, y se conocen sus parámetros locales, los que se rigen absolutamente por condiciones locales, se procede a la instalación de los atrapanieblas.

LA CAPTACION DE AGUA DE NEBLINA EN EL TOFO MEDIANTE ATRAPANIEBLAS

En la Región de Coquimbo se han hecho múltiples ensayos de captación con diversos instrumentos de diferentes escalas. Prácticamente todos ellos han sido diseñados y construidos por Nazareno Carvajal, y su último modelo ha sido implementado en El Tofo con excelentes resultados.

La innovación principal de estos instrumentos captadores está dada por el prototipo llamado "pantalla", pionero en su forma, y que cumple con los requisitos previamente fijados:

- a) Debe ser de diseño simple y resistente a las condiciones adversas (especialmente viento y radiación);
- b) De bajo costo (materiales y mano de obra);
- c) Fácil de construir e instalar; y
- d) De materiales limpios, es decir no contaminantes del agua atrapada (postes de madera, malla de plástico y PVC o fibra de vidrio).

El atrapaniebla del cual se habla es una estructura que soporta una malla de 40 m². (10m. x 4 m.), compuesta de dos postes de eucaliptus de 7 m. de largo y con un sistema de cables para tensar la superficie interceptora, además de soportar una canaleta recolectora del agua.

De acuerdo a los registros obtenidos durante 15 días de medición de uno de ellos en noviembre de 1987, se constató que en promedio, produce 237 litros, es decir 6 litros por metro cuadrado al día. Eso significa que si los 60 atrapanieblas hubiesen estado contruidos en esa oportunidad (15 días), se habría tenido una captación de 199 mil litros de agua, suficiente para abastecer al pueblo de Chungungo durante 140 días, según las cifras oficiales de consumo (3 litros de agua día por persona).

Actualmente, se ha construido un estanque almacenador de agua de 25 metros cúbicos de capacidad, el que se ha llenado varias veces en dos noches de neblina. Los atrapanieblas están siendo evaluados con el fin de poder hacerlos lo más eficiente posible, y se espera poder captar en promedio más de 10.000 litros diarios.

De ser correctos los pronósticos que se tienen en base a las mediciones que se han obtenido en las investigaciones previas, el costo de producción y entrega del agua podría bajar de US\$ 8 a US\$ 1. Cifra altamente atractiva, por cuanto una parte es pagada por los habitantes del pueblo de Chungungo, y otra, por la Municipalidad de La Higuera, que subsidia una importante parte.

A MODO DE CONCLUSION

Lo importante en los pasos que se están dando para abastecer a Chungungo, está referido al hecho de que, de ser positivo el resultado, hay una serie de pueblos que podrían ver solucionados, al menos en parte, sus graves problemas de abastecimiento de agua, teniendo agua en forma más constante si se cuenta con estanques almacenadores y por supuesto de mejor calidad química.

Esta experiencia, única en el mundo, debe ser tomada como proyecto piloto, y probada no sólo en un lugar de nuestro árido norte, sino que sus resultados deben ser cuidadosamente analizados en función del costo-beneficio, especialmente en el contexto social, y en varios villorrios, que teniendo importantes recursos, especialmente mineros y pesqueros, languidecen por causa de su abastecimiento precario del elemento vital de la vida.

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR



SEMINARIO

**“CIENCIAS DE LA TIERRA
Y DESARROLLO NACIONAL”**

SUMARIO

	Pág.
— <i>Visión antropológica del desarrollo socio-económico chileno.</i> —Dr. Horacio Larraín B.	7
— <i>Cartografía apoyada por computadores y las aplicaciones desarrolladas por el Instituto Geográfico Militar.</i> —TCL. Lautaro Rivas González	19
— <i>Investigaciones marinas y modernización de las pesquerías nacionales. Situación actual y potencial.</i> —José Raúl Cañón Canales	33
— <i>Las nieblas costeras como recurso hidrológico.</i> —Pilar Cereceda Troncoso	39
— <i>El proceso de regionalización y la participación ciudadana.</i> —José María Saavedra Viollier	45
— <i>Proyección geoeconómica y geopolítica de la Carretera Longitudinal Presidente Pinochet.</i> —CRL. Martín Muñoz Baeza	59
— <i>Establecimiento de la Red Geodésica Satelital en la zona austral de Chile, como estructura básica para el control fotogramétrico.</i> —TCL. José Pinto Cifuentes	75