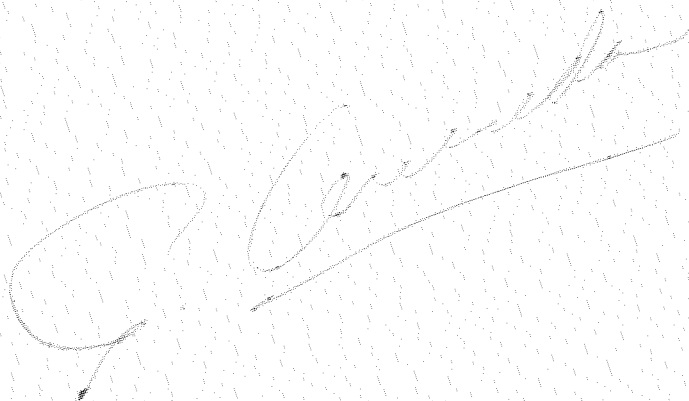


Universidad del Norte

ANTOFAGASTA

“EL ATRAPANIEBLAS 611115”

Profesor CARLOS ESPINOSA

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'C. Espinosa', is written across the middle of the page. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke extending to the right.

CHILE

1977

Universidad del Norte

ANTOFAGASTA

“EL ATRAPANIEBLAS 611115”

Profesor **CARLOS ESPINOSA**

Pilar Carrasco

CHILE

1977

GEOMETRIA DEL ATRAPANIEBLA "611115"

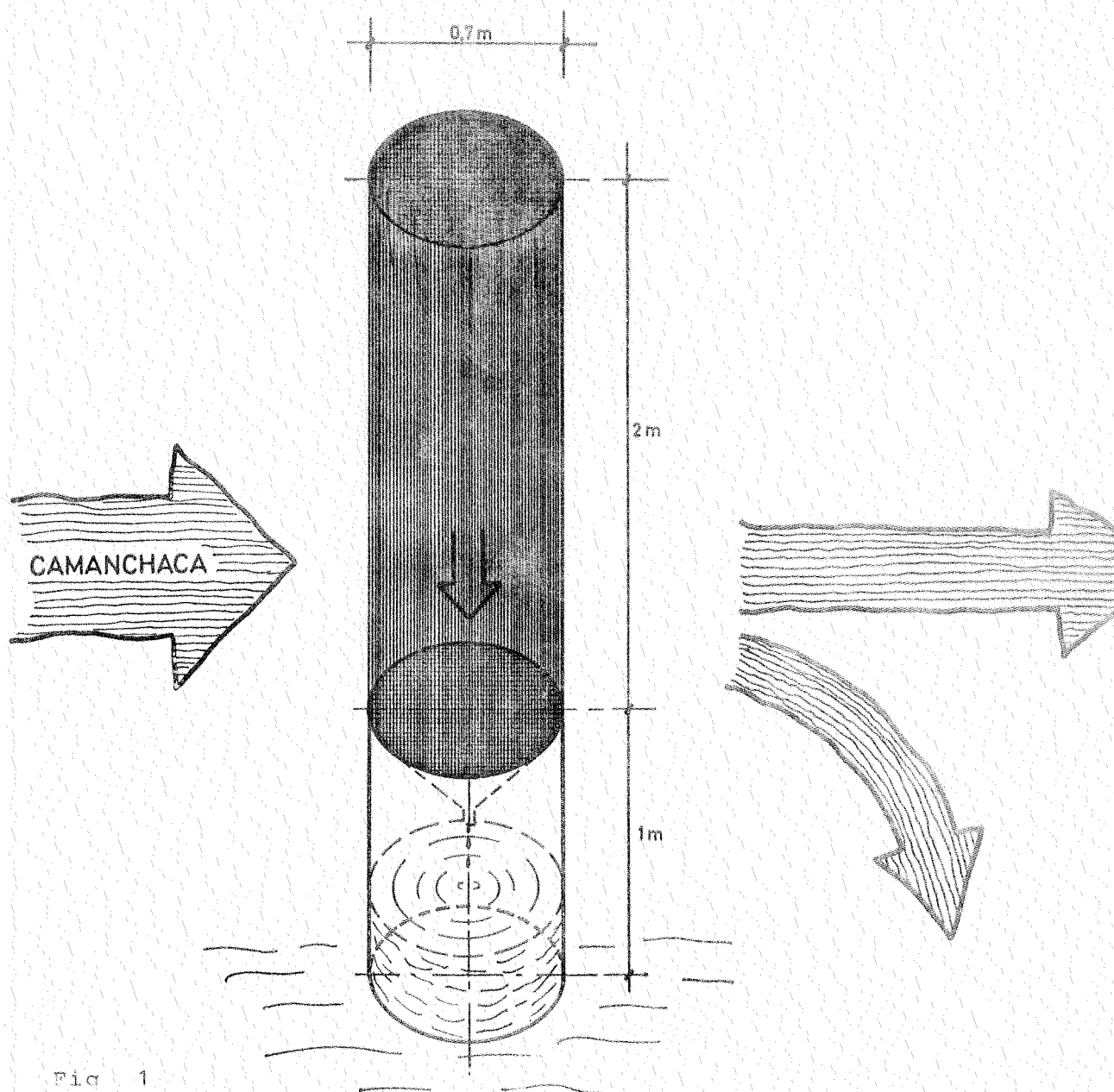


Fig 1

CONSTA DE 1300 MONOFILAMENTOS DE PERLON, CADA UNO DE $\phi = 0,5 \text{ mm}$ y $l = 2 \text{ m}$. FUE CAPAZ DE COLECTAR 4 Lt/día EN "EL MIRADOR", 1000m DE ALTITUD, ANTOFAGASTA, ENTRE EL 14/12/1961 Y EL 29/12/1963.

EL ATRAPANIEBLAS 611115

por CARLOS ESPINOSA, Profesor de Matemáticas y Física, actual investigador de energía solar aplicada en el Departamento de Ciencias Físicas de la Universidad del Norte, Antofagasta, Chile

Julio de 1977

RESUMEN: Este artefacto, ideado para captar agua de la niebla mediante hilos verticales de perlón, fué sometido a la prueba experimental durante dos años en un punto singular del Desierto de Atacama. Su rendimiento y costo sugieren novedosas soluciones técnicas que pueden ser aplicadas en regiones donde abundan las camanchacas (nieblas) y donde, por un sarcasmo de la naturaleza, se vive en permanente angustia por causa del drama hídrico.

1. RESEÑA HISTORICA

En sus investigaciones del hombre primitivo del litoral del Desierto de Atacama, E. LANNING atribuye a las nieblas y al rocío de las lomas el aporte de agua dulce que permitió el florecimiento de algunas comunidades y culturas varios milenios antes de Jesucristo.

J. CASASSAS, en sus investigaciones históricas de la región atacameña del siglo XVII, da cuenta del calificativo étnico de camanchacos que se le

asignaba a algunos aborígenes de la costa para distinguirlos de los changos o ^{chancos} c^hncos. Según los cronistas y observadores de aquella época, los camanchacos vivían en precarias condiciones, por la falta de agua. ¿ Quiénes eran los camanchacos ?.

En el Iquique actual está Cavancha; en estas playas es un espectáculo familiar el que ofrecen los cerros circundantes con su diaria camanchaca. ¿ No tendrán un origen fonético común Cavancha y camancha ?

En la literatura colonial de Chile aparece la palabra c h á c a r a , como sinónimo de huerto. Los aborígenes empleaban a menudo la palabra c h a c a , y también chácara, asociada al riego. Es curioso: en el Norte de Chile aparece el topónimo Chaca (Pampa Chaca) precisamente donde abunda la camanchaca. ¿ Y Chacalluta, junto al Río Lluta ?.

Todo ello induce a pensar que, a la llegada de los conquistadores hispánicos, subsistían aborígenes gracias al agua aportada por las nieblas.

Investigadores del CIESA (Centro de Investigaciones de Energía Solar Aplicada, Universidad del Norte), a partir del año 1957, vienen consignando crónicas de ancianos mineros antofagastinos retirados, quienes recuerdan nostálgicamente aquellos primeros años del siglo XX, cuando era posible subsistir en ciertas minas de cobre de la Cordillera de la Costa gracias al aporte de agua de las camanchacas (que colectaban automáticamente las calaminas de los techos), a la carne de guanaco (que cazaban con armas de fuego), y al suministro de combustible proveniente de la leña (que obtenían cortando cactus). El testimonio de estos ancianos ha terminado por convencernos de que el colapso ecológico

se produjo en épocas recientes en la costa del Desierto de Atacama. Todo parece indicar que las armas de fuego han casi exterminado al guanaco; y que la invención y desarrollo del automóvil fomentó la exploración avasalladora con gentes foráneas acostumbradas a encontrar leña abundante al final de cada jornada.

Una curiosidad pertinente: un antiguo y experimentado peletero extranjero nos planteaba el extraño caso del guanaco, que "tiene un pelaje propio del animal típico de las regiones donde abunda el agua dulce, a pesar de ser oriundo del Desierto de Atacama...". No poca risa nos causó esta frase cuando la escuchamos, ya que sabemos que el guanaco bebe inmensas cantidades de agua dulce con sólo pararse con el hocico abierto frente a la camanchaca durante largas horas.

En 1957 los coloquios científicos celebrados por los integrantes del grupo CIESA se orientaban hacia el tema de la desalinización de agua por medio de la energía solar; pero pronto comprendimos que la camanchaca viene a ser un proceso natural de destilación solar del agua marina; proceso en el que también desempeña un importante papel la radiación denominada *n o c t u r -*
n a del suelo de los altiplanos (pampas) costeros.

Estimulados por estas ideas y, a sugerencia del autor del presente artículo, concebimos y construimos diversos artefactos para atrapar agua de la camanchaca. Ya sabíamos que mediante calaminas, o mediante tejidos de fibras naturales, nuestros antepasados habían sido capaces de sobrevivir gracias al aporte de este recurso de agua atmosférica. Sin embargo, quisimos probar esos materiales como el *n y l o n* o como el *p e r -*
l o n, que en aquella época venían haciendo su entrada triunfal en los mercados internacionales. Uno de dichos artefactos fué el que denominamos *a t r a p a -*

nieblas 611115. Todo el informe que se propone a continuación se refiere a él.

El gobierno de Chile otorgó los derechos de la patente de invención N° 18424 al autor del presente informe, "por un aparato destinado a captar agua contenida en las nieblas o camanchacas"; derechos que fueron cedidos inmediata y gratuitamente a la Universidad del Norte, en 1963. Con sus críticas constructivas, habían cooperado a esta invención los colegas del CIESA, especialmente N. LANFRANCO, G. SAA (sacerdote jesuita fallecido pocos años después), A. GALVEZ, G. RAMIREZ, INES OTSU, GUILLERMINA HINOJOSA y otros. Los controles y mediciones fueron realizados, con muchos sacrificios, en el cerro "El Mirador" por los mismos investigadores, principalmente por el entusiasta Padre SAA, cuyos manuscritos, revisados en 1977 por el inventor del atrapanieblas, permiten evacuar el presente informe.

Fiel a su misión, la Universidad del Norte ha entregado, en forma irrestricta, al conocimiento público los detalles técnicos de este experimento y de otros semejantes. El acto de patentar se originó sólo como un registro de propiedad intelectual en el ámbito chileno, pero no con fines comerciales.

El atraso imperdonable (14 años) en publicar los resultados cuantitativos del atrapanieblas 611115 tiene una explicación que, por lo emotiva y personal, podría dar argumento para una novela de estilo Kafka.

Por otra parte, y sin quererlo, hemos logrado calcular la vida útil de un artefacto de este tipo. A altitudes como las del cerro "El Mirador" la radiación ultravioleta proveniente del Sol envejece demasiado a los hilos de perlón, a menos que éstos sean ennegrecidos previamente; y hay materiales mejores que el perlón....

3. GEOMETRIA DEL ATRAPANIEBLAS 6 1 1 1 1 5

Consta esencialmente de 1300 monofilamentos de perlón, todos en posición estrictamente vertical; y cada uno de diámetro = 0,5 mm, de longitud = 2 m, y separado de su vecino más próximo por una distancia de más o menos 1,5 cm. Este conjunto de hilos (ver Fig 1) forma en el espacio un cilindro de altura = 2 m y de base = $\frac{1}{3} \text{ m}^2$; base que quedó ubicada a 1 m de altura sobre el suelo y descansando sobre la tapa superior de un tambor metálico cilíndrico, de capacidad = 220 Lt. La estructura metálica en que se sujeta y ordena el conjunto de monofilamentos se construyó de tal manera que no interfiriera apreciablemente en el choque de las gotitas de agua de la camanchaca contra los mencionados monofilamentos.

El tambor metálico cilíndrico, que desempeña el papel de acumulador y base de sustentación, fué provisto de una tapa cónica o embudo, capaz de obstruir totalmente la entrada de luz solar (para eliminar la proliferación de algas) y de atenuar la evaporación del agua acumulada. Dicho tambor le dió un ligero toque de elegancia al artefacto, puesto que venía a ser una prolongación de la estructura cilíndrica de encima. La superficie horizontal del suelo ocupado por este artefacto, de forma circular, mide 0,4 m².

La estatura total del aparato alcanza a 2,1 m.

Por lo dicho, el área efectiva de choque presentada por todos los hilos de perlón contra las gotitas de agua de las camanchaca mide, aproximadamente, 1,3 m² (va-

lor que se obtiene de multiplicar, simplemente,
 1300 hilos x 2 m/hilo x 0,5 mm.

Las innumerables gotitas de agua de las camanchacas avanza, por lo general, a velocidades apreciables : entre 2 y 8 m/seg; y en dirección horizontal. No nos fué posible medir estadísticamente sus diámetros, pero puede estimarse que la mayoría de las visibles tienen un diámetro de alrededor de 1 mm. En todo caso, son de forma perfectamente esférica y de tamaño mucho menor que las gotas de lluvia. Fué por esta razón que decidimos usar perlón del diámetro señalado. Además, en pruebas de laboratorio habíamos observado efectos electrostáticos muy intensos entre el perlón y el agua pulverizada; pero dejamos para otro experimento la aplicación del factor electrostático en la geometría de nuestro artefacto.

El techo -cilíndrico- consiste simplemente en la malla cuadrículada de alambre que, desde arriba, sujeta los hilos. La dejamos así, sin cubierta, en la esperanza de coleccionar agua de llovizna, si alguna hubiere en estos parajes.

4. EL CONTORNO DEL INSTRUMENTO

Casi en la latitud del Trópico de Capricornio, a unos 10 Km de distancia del litoral, y a 1000 m de altitud sobre el nivel del mar, existe una cadena de lomas, cerros y montes denominada -con toda propiedad- "El Mirador". Desde aquí es posible mirar simultaneamente la majestad del Desierto de Atacama y la del Océano Pací-

fico. En una de estas lomas (que hoy denominamos Loma del Ciprés), junto a la ciudad de Antofagasta, instalamos nuestro atrapanieblas, a fines del año 1961, a una altitud de 980 m.

El paisaje circundante, a juzgar por su aridez, desolación y topografía, tiene un parecido notable con las fotografías del suelo de la Luna traídas por los astronautas de la NASA.

De acuerdo con testimonios de viejos cateadores de la región y de los mineros de la cercana Mina Portezuelo, y también de acuerdo con nuestras propias observaciones y mediciones realizadas entre los años 1957 y 1961, "El Mirador" resulta ser un lugar típico de la Cordillera de la Costa del Desierto de Atacama. Ello implica la presencia de frecuentes nieblas matutinas, vespertinas y nocturnas; y de poco frecuentes nieblas de mediodía. Estas nieblas (que nuestro colega R. MUÑOZ denomina nubes rasantes), constituyen la *c a m a n c h a c a*, palabra cuya fonética se remonta en la historia de las gentes atacameñas.

Pero no por ser abundante la niebla precipita la lluvia; tampoco hay indicios de nevazones ocurridas en el pasado. Se puede presumir, en consecuencia, que el instrumento quedó ubicado en un ambiente pluviométricamente similar al litoral del Norte de Chile, donde el índice de la lluvia (llovizna) es apenas del rango de 3 mm/año, es decir cientos de veces menor que el promedio mundial, que mide 777 mm/año.

El régimen de viento en "El Mirador" es repetitivo casi todos los días del año: alrededor de 1 m/seg después de la medianoche; y alrededor de 8 m/seg después del mediodía.

Las direcciones preferenciales del viento son ESTE y OESTE. Los ciclones, en este rincón del planeta, son desconocidos; por ello, y a causa de la naturaleza de los materiales que componen el suelo atacameño, no producen tempestades de polvo. (Las tempestades de polvo requieren ingentes esfuerzos humanos en todos los otros desiertos de la Tierra).

El instrumento quedó abandonado a su suerte, corriéndose el riesgo de que algún explorador o cateador despistado se viese atraído por su presencia y nos drenase alguna cantidad de agua del acumulador; cantidad que sólo Dios sabría cuánta fué, y que nos conduciría a más errores que los previstos. El riesgo inverso -de que se nos incorporara agua foránea- lo eliminamos enfáticamente de nuestra imaginación, dado que en lugares como éste el agua es un tesoro; y un tesoro voluminoso y pesado.

4. RESULTADO DE LAS MEDICIONES HECHAS EN "EL MIRADOR"

Las operaciones de control y medidas fueron hechas entre el 14 de Diciembre de 1961 y el 29 de Diciembre de 1963, vale decir, en un lapso de 745 días. No hubo periodicidad estricta en los viajes de los investigadores y operadores desde Antofagasta hasta El Mirador, por dificultades insuperables; sin embargo, los 43 controles hechos dan un promedio de 17 días transcurridos entre cada viaje y el siguiente. En unas 5 ocasiones encontramos el acumulador rebalsado, lo que implica que el promedio de agua atrapada y medida por nosotros deba ser aumentada, tal vez en un 3 %. Una sólo vez encontra-

mos que el acumulador tenía menos agua que la que habíamos dejado la vez anterior; ello sucedió en verano; la cantidad deficitaria era relativamente grande; no correspondía, por lo tanto, a la evaporación; presumimos la visita inesperada de algún explorador despistado. En otra oportunidad -también en verano- encontramos que el nivel de agua acumulada no había variado, lo que nos hizo presumir lo mismo que en el caso recién citado, puesto que, por las nubes observadas sobre el puerto de Antofagasta en los días previos, estábamos convencidos de que el acumulador había incrementado su nivel de agua.

En unas 10 visitas tuvimos la satisfacción de observar el fenómeno mismo de la captación de agua de la camanchaca por este método artificial: por cada hilo de perlón descendían gotas lentamente, como lágrimas (varias nuestras también cayeron furtivamente la primera vez que vimos dicho efecto).

Pero muchas de esas lágrimas de agua eran arrancadas violentamente de los hilos, a causa del viento asociado a la camanchaca misma, y caían fuera del acumulador, regando el terreno vecino. Obviamente, toda esta agua arrancada no se ha incorporado a nuestros cálculos.

En los 745 días se atrapó, de este modo, un total de 2900 Lt, lo que da un promedio equivalente a 3,9 Lt/día. Nos permitimos subir este dato a 4 Lt/día, autorizados por las anomalías favorables que ya mencionamos antes.

Analizando los datos recogidos durante poco más de dos años, queda clara la tendencia favorable del Invierno y de la Primavera; y es evidente la tendencia desfavorable del Verano. El Otoño resulta ser interme-

dic entre el Verano y el Invierno. Hechos los cálculos, y promediando los dos años, se obtiene los siguientes valores del agua atrapada por el instrumento 611115:

	Lt / Día	Partes proporcionales
Verano	1,4	1,00
Otoño	3,3	2,35
Primavera	5,0	3,56
Invierno	6,3	4,50

Las pérdidas que hubiera podido producir la evaporación la hemos despreciado, por tres razones: a), el tambor acumulador es casi hermético; b), en estas montañas costeras la atmósfera está saturada de humedad la mitad del tiempo, aproximadamente; y c), al cabo de un año de observaciones nos dimos cuenta de que el agua acumulada permanece -en estas condiciones- con temperaturas relativamente frías (12 a 18 grados Celcius, aún durante las tardes más calurosas del Verano). No olvidemos que en este rincón del planeta las temperaturas máximas del aire, a la sombra, son del rango de 23 grados Celcius. Por otra parte, podría ser útil saber que aquí jamás detectamos congelamiento del agua acumulada, aún en los momentos más fríos de Invierno.

Otro aspecto marginal, pero de gran valor para otro tipo de experimentos, fué el *p o l v o* que se adhiere a los hilos en las temporadas de "sequías", que en Verano pueden prolongarse hasta unas tres semanas.

Finalmente, cabe hacer notar el efecto acústico, casi musical, provocado por el viento al hacer vibrar los monofilamentos de perlón. El nivel de ruido no lo medimos, lamentablemente. Estamos persuadidos de que, en una instalación masiva, podría molestar.

5a. PRECIPITACION ARTIFICIAL

Aunque resulte desconcertante hablar de precipitación horizontal, aquí la hubo. La camanchaca no cae verticalmente, a menos que se le interponga un obstáculo material. En nuestro caso, le interpusimos una área vertical efectiva de cheque equivalente a $1,3 \text{ m}^2$, y se logró atrapar un promedio de 4 Lt/día; es decir, se pudo atrapar en el acumulador una precipitación horizontal (si así pudiéramos llamarla) correspondiente a 1100 mm/año.

No perdamos de vista que la precipitación de toda la superficie de nuestro planeta alcanza a sólo 777 mm/año.

Ahora bien, no sólo hay que tomar en cuenta el agua caída dentro del tamber acumulador, sino también la que cayó fuera de él, y la que pasó libremente entre los hilos de perlón para continuar su vagabundo viaje horizontal. La que cayó al suelo junto al tamber formó un barro permanente, que en las calurosas tardes de Verano con insolación directa contrastaba admirablemente con la tierra reseca de El Mirador. Por ésto, nos atrevemos a presumir que el valor 1100 mm/año habría que subirlo a 2000; y quizás hasta 3000 mm/año, si queremos cuantificar el aporte potencial de agua dulce en El Mirador.

Sea como fuere, se puede sacar una conclusión:

"En la latitud del Trópico de Capricornio y en la Cordillera de la Costa del Desierto de Atacama, la camanchaca arrastra horizontalmente una cantidad de agua dulce comparable a la que llueve en las regiones más lluviosas

del país, siempre que comparemos sólo 1 m² de sección vertical y horizontal, respectivamente".

5b. VARIACION TEMPORAL DE LA CAMANCHACA

El atrapanieblas 611115 nos permite ratificar lo que ya nos habían informado los viejos transeúntes del Desierto de Atacama (y lo que confirmó experimentalmente nuestro colega R. MUÑOZ pocos años después con instrumentos de precisión): que durante el mediodía solar las nieblas son muy improbables en las altiplanicies de la costa; que todas las demás horas del día y de la noche suelen ser de nieblas intensas; que durante el Invierno y la Primavera hay más probabilidad de captar agua que durante el Otoño; que durante el Verano la captación es menor que en Otoño; que la dirección ESTE-OESTE, en ambos sentidos, es la preferencial del movimiento de las gotitas de agua de la niebla, siempre que consideremos altitudes de alrededor de 1000 m sobre el nivel del mar. Y, si seguimos confiando en el testimonio directo de viejos mineros, militares, geólogos, changos, aviadores, viajeros, etc., entonces podemos esperar confiados que a través de los años el fenómeno será repetitivo, en períodos anuales, estacionales y diarios.

5c. VARIACION ESPACIAL DE LA CAMANCHACA

Lo que digamos a este respecto no se deriva tanto de los resultados experimentales de nuestro atrapanieblas 611115, sino más bien de otros experimentos, observaciones y testimonios. Para mayores detalles, sugerimos leer las memorias de título de nuestros discípulos: "Distribución Geográfica de las Camanchacas en el Norte de Chile"

(BAEZA, BARRAZA, CORTES, ELIZALDE, SALINAS, STAVROS); y "Camanchaca: destilación Solar Artificial en el Desierto de Atacama" (BURGOS, CUZMAR, MOY, PACHECO, ROJAS, ZHIGLEY), las que se elaboraron pocos años después de nuestro experimento en "El Mirador", y que se exponen al conocimiento público en la Biblioteca de la Universidad del Norte. De acuerdo con todos estos antecedentes, se puede decir con confianza que -por lo menos en el litoral de 1000 Km del extremo Norte de Chile- la camanchaca se da entre los niveles de altitud de 500 a 1200 m; que el nivel óptimo es el comprendido entre los 800 y los 1100 m sobre el nivel del mar (; La costa atacameña ofrece montañas y altiplanicies de estas altitudes casi encima del litoral !); que entre las latitudes de 18 y 26 grados Sur -vale decir, entre Arica y Chañaral- el fenómeno tiene, prácticamente, las mismas características; que al Sur de Chañaral las camanchacas se registran a menores altitudes; que en el interior del Desierto de Atacama, a unos 100 Km de distancia de la costa, es muy improbable observar camanchacas, excepto en la p a m p a (planicie) del Tamarugal, y en la latitud de Aguas Blancas (24°); y, finalmente, que más al interior, en los faldeos mismos de la Cordillera de Los Andes, a altitudes de 4000 y 5000 metros, también suelen registrarse, pero con características físicas muy diferentes.

5b. COSTO DEL AGUA ATRAPADA

Si nos atenemos exclusivamente a los resultados obtenidos en nuestro experimento en El Mirador y con el aparato 611115, podría calcularse el costo del agua atrapada in situ tomando en cuenta que: la inversión necesaria para coleccionar un promedio de 4 Lt/día fué de 50 dollars,

más o menos; que la vida útil de un artefacto como éste puede estimarse en 20 años; que no consume combustible ni electricidad, ni otro recurso energético convencional, sino la radiación solar del territorio circundante; que no requiere atención humana permanente ni mano de obra especializada, puesto que funciona automáticamente; que requiere una revisión periódica anual; que su fabricación y montaje está libre de derechos de patentes o amarrada a la carísima transferencia de tecnología extranjera; y, finalmente, que una eventual instalación de tamaño industrial, aunque tarde muchos años en completarse, puede empezar a suministrar agua desde el primer día, en cantidades proporcionales a la inversión paulatina que se vaya realizando. En este último aspecto, difiere esencialmente de los sistemas tradicionales (por ejemplo, la cañería de aducción de agua de la Ciudad de Antofagasta; o también, el sistema de planta desalinizadora a combustible o a Uranio). Desde el punto de vista económico, puede resultar crucial una comparación con los sistemas convencionales el hecho de que el agua captada de la camanchaca y acumulada a una altitud de 1000 metros, con una pendiente o caída de 10 % hacia la costa o hacia la pampa, constituye un recurso energético en sí mismo. En el caso del litoral atacameño que queda alejado de los principales centros urbanos, el abastecimiento de agua y de energía es tal vez el más caro del mundo; lo que viene a significar que los estudios económicos que se hagan de la captación de agua de la camanchaca deben cotejarse con los parámetros regionales, y no con los del centro del país, porque estos últimos son más bien representativos del promedio mundial. Por ejemplo, los hortelanos que cultivan huertos al pie de estas montañas costeras del Norte de Chile consumen agua para regar sus cultivos a razón de unos 5 Lt / (día m²); pero obtienen cosechas 4 veces más abundantes, por hectárea, que sus colegas del

Valle Central de Chile !. Tal como lo están programando nuestros colegas del Departamento de Ciencias Físicas, O. TAPIA, J. RAMIREZ, C. FIGUEROA, R. ZULETA y otros, es necesario realizar, en la rinconada más inhóspita del Desierto de Atacama, una investigación científica para cotejar los métodos tradicionales de la tecnología mundial, con éstos métodos regionales; no para hacerlos competir, sino para complementarlos entre sí inteligentemente. En otras palabras, la cuestión del costo del agua atrapada está en plena etapa de investigación.

5e. FOTOSINTESIS

A manera de epílogo, reiteramos nuestras primeras ideas -planteadas en 1957- acerca de la recomendación de concentrar los esfuerzos científicos hacia la fotosíntesis controlada, in situ, a partir del agua pura y de los nutrientes del suelo de la pampa, ya que se cuenta con un recurso de energía solar inmenso (promedio en la costa, 230 WATT /m²; y en la pampa, 330 WATT/m²), sin rival en el resto del planeta, por su poca fluctuación a lo largo de los 365 días del año.

Algunas veces -recordamos nostálgicamente- nuestros colaboradores H. GATICA y C. FRANCO fueron capaces de cosechar trigo y papas de admirable lozanía junto a los atrapanieblas. Y el ciprés solitario que desde hace 15 años reverdece en "El Mirador" -plantado allí por el Padre SAA- es el mejor testimonio de que con un apoyo artificial inicial de dos años, mediante hilos de perlón u otro artificio, se puede hacer crecer árboles que en siglos muy remotos tuvo el Desierto de Atacama, y que la depredación humana aniquiló.

B I B L I O G R A F I A

- LANNING, Edward P. "Early Man In Peru", Scientific American. Vol 213. Nº 4. New York Oct 1965.
- CASASSAS, José María "La Región Atacameña En El Siglo XVII" (Datos Históricos y Socioeconómicos sobre una comarca de América Meridional). U del Norte, Antofagasta; Edit Universitaria, Santiago de Chile, 1974.
- MUÑOZ E., H Raúl "Algunas Características de la Nieblas en Portezuelo, Antofagasta, Chile". Revista NORTE, Universidad del Norte, Antofagasta, Vol 2. Nº 6, Julio de 1969
- ESPINOSA A. Carlos "Captación de Agua Atmosférica en Mina Portezuelo, Desierto de Atacama, entre el 6 Nov 1959 y el 8 Mar 1961", Universidad del Norte, Antofagasta, (tiraje de sólo 50 ejemplares), Antofagasta. 1961.
- ESPINOSA A., Carlos "Posibilidades de Acumular Energía Solar en el Desierto de Atacama", Revista NORTE, Universidad del Norte, Vol 1 Nº 2. Abril 1967. Antofagasta

AGUA CAPTADA POR EL ATRAPANIEBLA "611115"
ENTRE EL 14 DE DICIEMBRE DE 1961 Y EL
29 DE DICIEMBRE DE 1963 EN EL CERRO
"EL MIRADOR", ANTOFAGASTA. ALTITUD = 950 m
DISTANCIA A LA COSTA = 10 km.

