

PLANTAS DE DESTILACIÓN SOLAR EN LA PROVINCIA DE CATAMARCA

R. SEQUE; C. RODRIGUEZ; C. VIGO; M. KISKIA; A. AMAYA
SECRETARIA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LA
PROVINCIA DE CATAMARCA (SECYTca)

I. DE OVEJERO; M.S. DE RODRIGUEZ; C. NAVARRO
OBRAS SANITARIAS CATAMARCA (OSCa)

RESUMEN

Una amplia extensión del territorio catamarqueño, ubicado principalmente en la región sureste y que abarca los Dptos. Capayán y La Paz, se encuentra fuertemente influenciado por las Salinas Grandes. Como consecuencia de ello, el agua subterránea se presenta con tenores salinos que la alejan de los valores permitidos como aptos para el consumo humano y animal.

Ensayos experimentales previos basados en la tecnología de la destilación solar para desalinizar y potabilizar el agua, concluyeron que, por las características socioeconómicas de las poblaciones afectadas, éste sistema se perfilaba como el medio técnico y económico más propicio para lograr una solución al problema. Por decisión del Superior Gobierno de la Provincia se aprobó un Programa dirigido a instalar once (11) plantas desalinizadoras-potabilizadoras en otras tantas localidades rurales distribuidas en los mencionados Dptos., bajo la responsabilidad de la SECYTca, OSCa y el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV).

En el trabajo se muestran los diseños del destilador, de las placas de apoyo, y el sistema de nivelación. Ambos diseños fueron construidos en serie por empresas nacionales para satisfacer la demanda del Programa. Presentan una característica totalmente modular para facilitar su transporte e instalación, sin requerimientos de mano de obra especializada y con escaso material adicional fuera del estrictamente necesario para el montaje.

También se muestra el diseño completo de la planta de mayor envergadura, que incluye cincuenta (50) destiladores, con sus correspondientes circuitos de dotación de agua cruda, de agua destilada, tanques de potabilización y distribución comunitaria. Ella incluye un sistema de bombeo fotovoltaico, para bajo consumo, que alimenta de agua cruda a los tanques de distribución (fig. 4)

Se proporcionan los valores promedios de producción de agua destilada en relación con los valores de radiación solar de la región, en los primeros meses de funcionamiento y puesta a punto de esta planta principal.

INTRODUCCIÓN

La Provincia de Catamarca se encuentra geográficamente ubicada en el Noroeste de la República Argentina, entre los 25° y 29° de Latitud Sur y los 64° y 69° de Longitud Oeste. Gran parte del territorio comprometido en el Programa, puede definirse agroecológicamente como Chaco Árido, con precipitaciones que oscilan entre 350 mm y 450 mm, según los años, aunque últimamente estos valores se han incrementado algunos puntos.

Esta condición típica de aridez de la región indica desde ya una marcada limitación del recurso hídrico a nivel superficial lo que torna difícil las posibilidades de aprovisionamiento para los pobladores rurales que se extienden en toda esa superficie. El problema se acentúa en ciertas épocas del año, por la concentración estacional que presentan las lluvias (fines de primavera y el verano)

que llevan a la región a largos periodos de sequía.

Sin embargo, y a pesar de este déficit hídrico casi permanente, una gran cantidad de pequeñas comunidades que en su conjunto superan las cuarenta (40), dedicadas a la explotación ganadera extensiva (principalmente cría de cabras a monte y algo de ganadería mayor), se distribuyen en toda esta área de pastoreo, aprovechando este único recurso económico de la zona.

Esta situación se hace aun más compleja cuando aparece el problema de la contaminación salina. Una amplia franja que se extiende al este y sudeste del territorio provincial, tomando gran parte de esta zona antes descrita, presenta una elevada concentración salina en sus napas subterráneas, producto de la influencia que ejercen las Salinas Grandes próximas a esta región. Los Departamentos Capayán y La Paz son sin duda los más afectados en este sentido, con niveles de contaminación tal que en no pocos casos, el agua obtenida está lejos de toda posibilidad de consumo.

Esto crea una situación difícil a la hora de definir las obras de suministro de agua para atender los requerimientos básicos de consumo.

Durante el período crítico de escases de lluvia, la mayoría de estas localidades se proveen a través de camiones tanques que transportan el agua desde la planta de agua dulce mas cercana, a veces distanciadas a mas de 100 Kms de la localidad problema.. Por lo común este sistema siempre funciona mal. Primero porque no hay regularidad en los tiempos de suministro, segundo porque los camiones, que a la fecha son bastantes obsoletos, normalmente pasan largos periodos en reparación. Además, cuando la comunidad es marginal, no puede afrontar el costo de este servicio.

El resultado final de este esquema es que la mayoría de la gente trata de recoger el agua de lluvia durante la época propicia y hace uso de ella cuanto puede. Luego recurre a las represas con los graves riesgos sanitarios que ello significa. Los hospitales de la zona y de la ciudad capital son testigos de la creciente cantidad de pacientes que son atendidos de diferentes enfermedades gastrointestinales e infecto-contagiosas producto del agua contaminada que comparten con los animales a partir de estos reservorios naturales o artificiales.

Esta problemática planteada llevó al ente provincial de agua (OSCa), a buscar el apoyo técnico-científico en la Universidad Nacional de Catamarca y en la SECYTca, a fin de encontrar una solución tecnológica, acorde con las características sociales y económicas de esa región. Después de diferentes experiencias de laboratorio y de campo realizadas en el Instituto de Investigación de Energía No Convencional - Unidad de Investigación Catamarca (INENCO-UDICa), creado por Convenio entre el CONICET, la Univ. Nac. de Salta y la Univ. Nac. de Catamarca, y el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITEC), dependiente de la SECYTca, se desarrolló una pequeña planta piloto para desalinización solar en la localidad de Telaritos (Dpto. Capayán). Posteriormente, también con la finalidad de probar algunos desarrollos, se construyó una planta piloto en El Quemado (Dpto. Capayán).

Toda esta experiencia sirvió para diseñar un modelo de destilador portátil, de fácil transporte y rápida instalación utilizado dentro del presente Programa. También debemos destacar el importante aporte realizado a éste modelo por la firma TECNO-SOLAR S.R.L. cuya larga experiencia en el tema permitió ajustar algunas pautas de diseño.

Este Programa, financiado en forma conjunta por la SECRETARIA DE VIVIENDA Y CALIDAD AMBIENTAL DE LA NACIÓN y el GOBIERNO DE CATAMARCA, fue diseñado y ejecutado por el CIITEC, dependiente de la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Catamarca, Obras Sanitarias Catamarca (OSCa) y el Inst. Provincial de la Vivienda.

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LAS LOCALIZACIONES

Previo a la definición de las localizaciones, un equipo social especializado conformado por personal técnico de la SECYTCA y de OSCn, llevaron a cabo un relevamiento integral de las poblaciones rurales involucradas en el área del proyecto a fin de identificar aquellas que, según pautas prefijadas, reunieran las condiciones ideales para ser beneficiarias del proyecto. En base a ello se tomaron parámetros de análisis relacionados con:

* **Cantidad de población:** diferenciando el número de pobladores concentrados y la población dispersa. Este dato permite dimensionar el sistema y decidir sobre la ubicación más adecuada de la planta y posibles ampliaciones en el futuro.

* **Existencia o no de algún tipo de servicio** o medio de provisión de agua que se utiliza, identificando el medio de captación y/o acumulación de agua; la calidad química de la misma, métodos de purificación y/o potabilización utilizados. Si existe servicio, mejoras o infraestructuras adicionales. Esta información permitirá en el futuro implementar un plan adecuado de educación sanitaria. Además, el tema de calidad química del agua es decisivo para determinar la instalación de las plantas.

* **Equipamiento comunitario:** diferenciado en Escuela, Posta Sanitaria, Destacamento Policial, Capilla, Delegación Municipal. Este parámetro permite definir un orden de prioridad, prefiriéndose a los asentamientos poblacionales que cuentan con alguna de estas instituciones, especialmente la escuela que se constituye en el centro nucleador de la población infantil de numerosos puestos y parajes dispersos.

* **Tipo de organización social existente dentro de la comunidad.** Este parámetro aproxima al conocimiento de la dinámica interna de la población, de la capacidad de sus habitantes para el trabajo en común en la búsqueda de soluciones a sus problemas sociales. En una comunidad organizada la eficiencia y la eficacia de un proyecto es mucho mayor, generalmente.

En el mapa adjunto se indican las (11) localidades finalmente seleccionadas a saber: Las Animas, Telaritos, El Quemado y El Médano todas ellas dentro del Dpto. Capayán. En el Dpto. La Paz fueron beneficiadas El Clérigo, San Miguel, Palo Cruz de los Martínez, Palo Cruz de Los Gonzalez, Las Tejas, Palo Parado y Las Iguanas.

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL MÓDULO DESTILADOR

Al respecto debemos diferenciar el módulo de destilación propiamente dicho (destilador) y la estructura de soporte y nivelación (fig. 1)

Cada destilador está conformado de acuerdo al siguiente detalle:

- Un marco rígido de chapa de acero inoxidable, conformado en su borde superior de manera tal que pueda funcionar como una canaleta; y sirva además de apoyo a una campana vidriada.
- Una campana de vidrio transparente de 3 mm. de espesor; con pendiente hacia ambos laterales (tipo doble invernadero), y cerrada tanto frontalmente como posteriormente con el mismo material. Esta parte del destilador cumple la función de superficie de condensación.
- Una superficie de evaporación de 2 m², diseñada con un trozo de membrana de P.V.C plegada en todo su perímetro y soldada por termofusión en sus cuatro esquinas, para dar la forma de una bandeja y poder contener en su interior el agua salobre.
- Un marco de chapa de acero inoxidable, externo y desmontable, que sirve para fijar los laterales de la bandeja contra el marco rígido, evitando así las pérdidas hacia el ambiente exterior, tanto de líquido como de calor.

La estructura soporte está constituida por:

- Una placa de hormigón con aislación de poliestireno expandido, de 2,10 m de largo, 1,10 m de

ancho y 0,05 m de espesor .

- Seis (6) patas de hormigón provistos de un dispositivo de regulación de altura para poder nivelarlas .

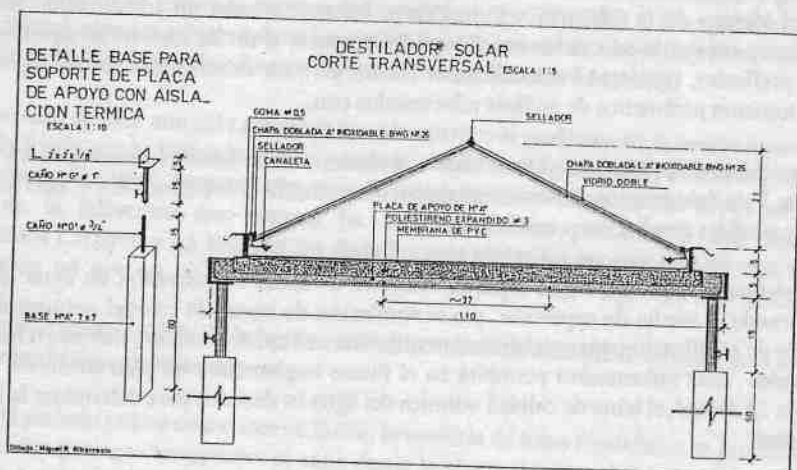


fig. 1

DISEÑO BÁSICO DE UNA PLANTA DE DESTILACIÓN

Las características de diseño de una instalación tipo se muestran en la (fig. 3) . El agua salada ingresa al sistema, proveniente de una perforación existente, impulsada por una bomba de émbolo, molino o simplemente por carga manual, a un tanque de almacenamiento y distribución, de 1000 litros de capacidad. Este tanque, de Fibrocemento, se ubica sobreelevado a una altura de un metro sobre el terreno natural para favorecer la distribución por gravedad. Una llave de paso general, ubicada en la salida del tanque, habilita o no el pasaje de agua salada a las cañerías de alimentación principal. A su vez, por cada fila de cinco (5) destiladores se deriva una cañería de alimentación secundaria que permite el llenado manual de cada uno de los destiladores.

Una llave ubicada al comienzo de la cañería secundaria limita el pasaje de agua al conjunto, mientras que una simple manguera plástica colocada en posición recta o doblada permite o no el llenado de la bandeja de destilación.

El agua destilada se colecta en las canaletas internas del destilador y por gravedad es conducida fuera de la campana vidriada. Una cañería de PPL ubicada en posición paralela a la de llenado, pero en el extremo opuesto del destilador recoge el producido de los cinco destiladores para verterlo en un tanque colector. Este tanque, de Fibrocemento, de 200 litros de capacidad, se coloca semienterrado en el suelo para favorecer la conducción por gravedad y está preparado para recibir el destilado de dos grupos de cinco destiladores contiguos.

Como el agua destilada no reúne los requerimientos necesarios para el consumo humano, en estos tanques se mezcla agua destilada con agua salobre en una proporción adecuada y según lo determinen los resultados de los análisis físico-químico realizados en el laboratorio de OSCa. De este modo se logra que la concentración de los iones químicos en el producto obtenido se ajuste a las especificaciones para agua de bebida recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Realizada la mezcla, se lleva a cabo la etapa de desinfección mediante el agregado de hipoclorito de sodio . A continuación se procede a la apertura de una válvula que permite la conducción del agua, siempre por gravedad, hacia un depósito subterráneo donde se almacena el total producido en la Planta . El agua así preparada puede extraerse de este depósito con una

simple bomba manual aspirante-impelente para ser distribuida en forma controlada entre la población.

Para preservar las instalaciones de daños producidos por personas ajenas al sector y fundamentalmente de los animales que son fácilmente atraídos por el agua, las Plantas se rodean con un alambrado perimetral de tipo malla romboidal de 2 metros de altura. El alambrado se sostiene en postes de hormigón armado, ubicados cada 3 metros, enterrados 0,50 cm de profundidad. Los postes son recubiertos con pintura asfáltica hasta una altura de 0.50 mts. para protegerlos del deterioro producido por la excesiva salinidad del suelo.

En diciembre de 1993 se puso en marcha la primera Planta (Telaritos) y en Febrero de 1994 se empezaron las primeras puestas en funcionamiento de la Planta de El Quemado. Las Plantas ubicadas en Palo Cruz de Los Gonzales, El Clérigo y San Miguel están en su fase final para comenzar a operar. Las restantes se encuentran en un 60 % de construcción, faltando solamente que OSCa realice las instalaciones de suministro de agua hasta la Planta, para realizar el montaje final de los equipos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro siguiente se presentan algunos valores promedios de los resultados obtenidos en los análisis físico-químico realizados en muestras de agua extraídas en cada etapa del proceso de potabilización, en la planta de destilación ubicada en la Localidad de El Quemado.

PARÁMETROS (mg./lt)	TIPO DE AGUA		
	Agua Cruda	Agua Destilada	Mezcla (21: 1)
Sólidos Tot.Disueltos(STD)	17.500	6,0	801
Cloruros	6.498	2,0	1
Sulfatos	8.800	1,0	400
Calcio	696	0,0	32
Magnesio	48	0,0	2,2
Sodio	1173	0,0	53
Potasio	46,8	0,0	2,0
Bicarbonatos	259	6,0	17,5

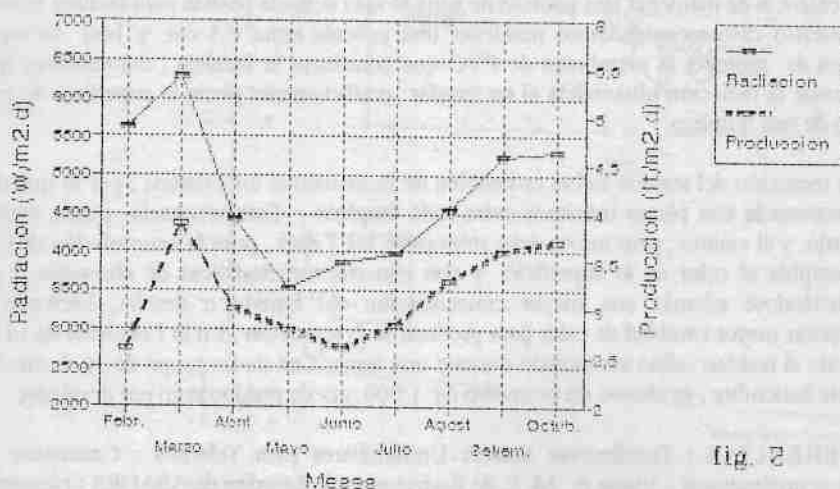


fig. 2

La (fig.2) muestra los valores promedios de radiación diaria registrados en la zona para los diferentes meses del año 1994. Además se grafica los promedios de producción diaria por metro cuadrado de un destilador ubicado en la planta de la Localidad de EL Quemado, para diferentes épocas. Los valores se obtuvieron sumando la producción de todos los grupos compuestos por 10 destiladores cada uno, y dividiendo en el total de módulos instalados; porque existen diferencias en la cantidad de agua destilada en forma individual.

Si bien los ensayos realizados sobre prototipos ubicados en el edificio de la SECYTCA resultaron satisfactorios, para un destilador de estas características, registrándose valores de producción que oscilaban entre 3 lts./m² para el invierno y 5 lts /m² para el verano; esto no es fácil de conseguir cuando el sistema está realmente prestando servicio. Por lo que cuando se realiza una transferencia de este tipo, debe tenerse en cuenta dos factores principales: a) de índole constructiva y b) de índole operativa.

a) Cuando se quiere producir en serie algún modelo experimental, debe controlarse que las reproducciones sean ejecutadas exactamente igual al modelo ensayado y además que no haya diferencia entre ellas mismas, porque pequeñas diferencias en algunas de sus dimensiones pueden ser la causa de un rendimiento bastante desuniforme, en un grupo de destiladores.

Es conveniente también controlar que el conducto de descarga del destilado hacia el exterior se realice conformando la misma chapa de la canaleta; o que ésta descargue en el interior del conducto, manteniendo la pendiente adecuada de escurrimiento. Esto que parece obvio, puede ser la causa de una disminución en la producción de un destilador, como la detectada en nuestros módulos; en los que se había soldado un tubito de Acero Inoxidable sobre la canaleta. Esta disposición, sumada a la poca pendiente de la misma ocasiona una acumulación de agua destilada hasta una altura tal que pueda sobrepasar el espesor del tubo, para poder recién escurrir hacia el exterior. Es decir que gran parte de este volumen ya destilado, al permanecer en un ambiente a elevada temperatura y no poder desplazarse rápidamente hacia el exterior vuelve a reevaporarse, con la consecuente disminución de la producción. Por lo que se recomienda tener un especial cuidado en el control de la pendiente de la canaleta, dando a la misma una inclinación mínima de 1cm por metro de longitud.

b) Este sistema si bien es muy simple de operar, el éxito de la transferencia depende bastante del adiestramiento y responsabilidad con que el operador asuma su tarea. Se ha observado que, en ocasiones, para evitar la tarea de recarga diaria, se procede a incorporar un excesivo volumen de agua salada en el interior del destilador, a pesar de las recomendaciones por nuestra parte de la conveniencia de mantener una película de agua lo más delgada posible para facilitar la evaporación. En nuestro caso recomendamos mantener una película entre 0,5 cm. y 1cm. de espesor a los efectos de proteger la membrana de PVC que constituye la bandeja, del deterioro que pudiera ocasionar la radiación ultravioleta al no quedar perfectamente plana la superficie de evaporación luego de una limpieza.

La remoción del residuo salino es también de fundamental importancia, por lo que debe fijarse una secuencia con plazos máximos entre cada limpieza. Esta secuencia puede variar para el invierno y el verano, pero nunca debe sobrepasar los 7 días, pues la acumulación de cristales de sal cambia el color de la superficie y con ello sus características de absorción y reflexión; produciéndose además una mayor concentración del líquido a destilar, haciendo necesario incorporar mayor cantidad de calor para producir la evaporación. En la Localidad de El Quemado, pesando el residuo salino acumulado durante una semana en de un grupo de 10 destiladores, en el mes de Setiembre, se obtuvo un promedio de 1.000 gr. de residuo seco por destilador.

REFERENCIAS: Destiladores Solares Unifamiliares para Telaritos. Catamarca: Diseño y ensayos preliminares. - Iriarte A., M. S. de Rodríguez. - X Reunión de ASADES - Neuquén 1985.-

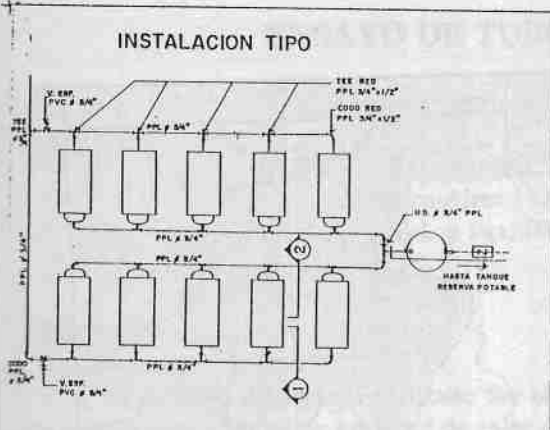


fig. 3

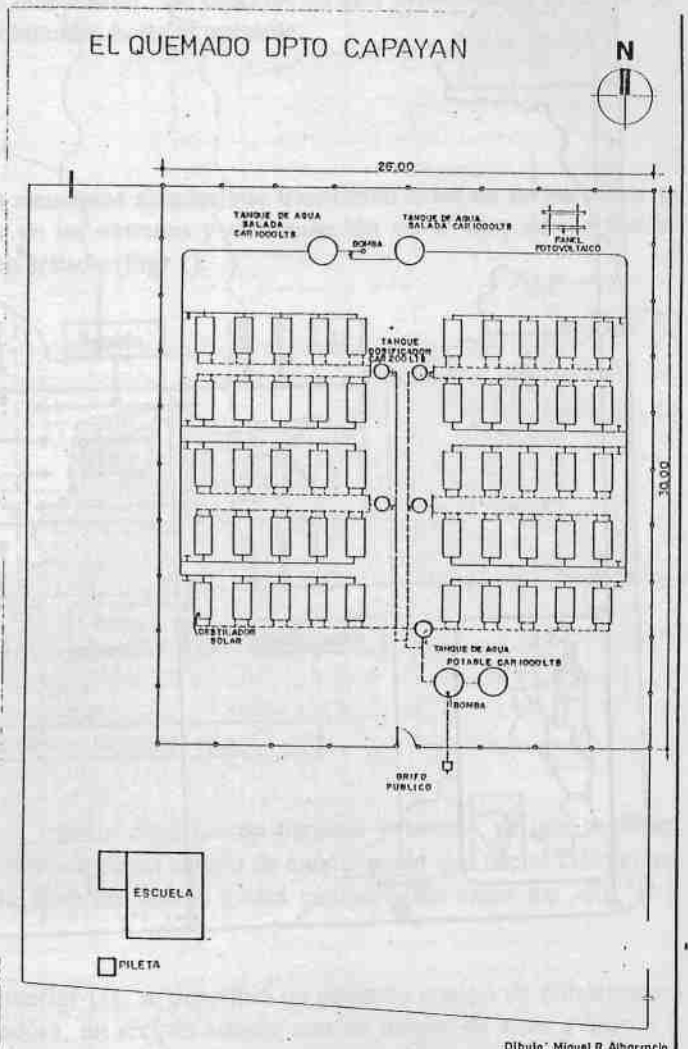


fig. 4

Dibujo: Miguel R. Albarroch

