



www.aidca.org/revista
ISSN: 2953-3554

Edición Especial 22 de febrero de 2024
Antártida Argentina: 120 Años de Presencia Ininterrumpida

**CONCIENTIZACIÓN EN EL CONSUMO Y EL EMPLEO DE LOS MEDIOS
PARA LA OBTENCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL CONTINENTE
ANTÁRTICO**

Por Marcelo José Aguilar¹

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo general de este trabajo, será el de analizar la importancia de la concientización en el uso de los medios para la obtención de agua potable y/o el consumo de la misma para usos generales en el continente antártico, sin intervenir directamente con el medio ambiente y respetando en todo momento lo establecido en el Tratado Antártico y sus revisiones consultivas, exponiendo diferentes corrientes de pensamiento y doctrinas internacionales, de las cuales se han llevado a cabo muchas investigaciones en otros ámbitos y otros escenarios, pero que trascienden con una misma problemática en referencia a la contaminación ambiental y la crisis hídrica por la que atraviesan muchos países en distintas partes del mundo, llevando propuestas que son aplicables en materia logística a las Bases Antárticas Argentinas, poniéndolo de contraste con ideas propias, de este modo poder realizar una conclusión que nos lleve a la necesidad

¹ Diplomado en Derecho Antártico, Gestión y Logística Antártica Ambiental (UM – AIDCA – COCOANTAR)

(o no) de agregar este tipo de acciones a nuestro marco teórico, en relación al uso y empleo de medios convencionales que no afecten al ambiente que nos rodea o de ser inevitable, lo sea en la menor medida posible y aporten nuevos proyectos para la sofisticación de las bases antárticas permanentes y/o temporales para el sostenimiento de las actividades que allí se desarrollan; asimismo, de ser necesario, analizar la viabilidad de crear herramientas que permitan automatizar el abastecimiento constante de agua aun en momentos que se producen fuertes temporales por largos periodos, los que dificultan la operación para satisfacer tan importante necesidad; como así también, gestionar planes de prevención o contingencia para mitigar los eventuales efectos que tengan relación directa con la logística antártica, lo que se ve fuertemente marcada no solo por las grandes distancias que existen entre los continentes, sino por la escases de los medios de reabastecimiento por medios marítimos o aéreos, sumado a las limitaciones propias del ambiente geográfico particular donde se desarrollan las operaciones.

II. MARCO TEÓRICO

Argentina tiene un fuerte rol en la protección del ambiente en la Antártida. Desde la fundación de la Base Orcadas (Antes de 1990 Destacamento Naval Orcadas) el 22 de febrero de 1904, se han desarrollado una infinidad de proyectos científicos y técnicos, muchos de los cuales de gran importancia por su contribución a la conservación del ambiente antártico. Argentina es un referente en las actividades antárticas y un actor clave en el Sistema del Tratado Antártico (STA). Es uno de los países que participó del Año Geofísico Internacional (AGI), que es un hito sobre el que se cimentó el debate que dio lugar a la firma del Tratado Antártico (TA). Asimismo, es sede de la Secretaría Permanente del TA. La actividad científica es dirigida por el Instituto Antártico Argentino (IAA), a cargo de la Dirección Nacional del Antártico (DNA), que depende de la Cancillería. A su vez, es responsabilidad del Comando Conjunto Antártico llevara cabo las actividades de apoyo logístico antártico por medio de la planificación y desarrollo de las campañas antárticas.

Argentina tiene una importante labor en la protección del ambiente antártico, desde sus bases, laboratorios, campamentos, refugios y diversas operaciones que realiza con sus propios medios logísticos, actualmente Argentina posee siete

bases permanentes y seis temporarias administradas por las Fuerzas Armadas. El anexo III al Protocolo medioambiental establece que “se reducirán, en la medida delo posible, la cantidad de residuos producidos o eliminados en el área del Tratado Antártico, con el fin de minimizar su repercusión en el medio ambiente antártico y de minimizar las interferencias con los valores naturales de la Antártida, con la investigación científica o con los usos de la Antártida que sean compatibles con el Tratado Antártico (Artículo 1.2.)”. Han surgido a lo largo de la historia, sesiones en las que se revén y se proponen nuevos elementos de juicio propios del paso del tiempo, avances tecnológicos y las necesidades de proteger de manera minuciosa, aquellos grises que dejan vacíos legales. En la cuarta sesión se adoptó el texto del Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección al Medio Ambiente y cuatro anexos:

- Anexo I: Evaluación de Impacto Ambiental.
- Anexo II: Fauna y Flora.
- Anexo III: Gestión de desechos.
- Anexo IV: Prevención de la contaminación marina.

El artículo 2 del Protocolo de Madrid establece su objetivo: la protección del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, y la designación de la Antártida como “reserva natural dedicada a la paz y a la ciencia”. El artículo 3 fija los principios ambientales, incluyendo “la protección del medio ambiente antártico y los ecosistemas dependientes y asociados, así como del valor intrínseco de la Antártida, incluyendo sus valores de vida silvestre y estéticos y su valor como área para la realización de investigaciones científicas, en especial las esenciales para la comprensión del medio ambiente global”. En tal sentido, y a los fines de lograr la sofisticación de las Bases Antárticas y con ello conseguir mejorar la calidad de vida del personal de las dotaciones como recurso humano y también reducir la posible contaminación del medio ambiente a raíz del consumo de hidrocarburos para el funcionamiento de los equipos electrógenos y otros, como derretidores para la obtención de agua potable para consumo y usos generales, sería un gran salto, en materia de optimización de los medios empleados y modernización de los equipos, proveer a las Bases Permanentes, los equipos de desalinización del agua captada demar.

III. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, en la mayoría de las Bases Conjuntas Antárticas Argentinas, se tiene como método de obtención de agua potable para consumo y usos generales durante el invierno, un sistema de derretidores que depende de la época del año en la que se opere para su funcionamiento.

Si bien el material no es obsoleto, lleva muchos años en servicio y demanda muchas horas de mantenimiento y reparaciones por el desgaste, propios del funcionamiento o se dificulta su puesta en servicio por no contar con los repuestos necesarios para tal fin.

Durante los meses de verano, por lo menos en la Base Conjunta Antártica Orcadas, (Base donde me encuentro actualmente destinado como parte de la Dotación 2023) la obtención de agua se produce de la siguiente manera:

El pozo de agua, alimenta la casa principal y la casa de emergencia. Se encuentra ubicado al pie del Cerro Mossman y tiene una profundidad de 3 m y un ancho de 1.5 mts.

Se halla protegido por una casilla de madera forrada en chapa, en su interior se encuentra una bomba de agua, impulsada por un motor eléctrico trifásico de 3 CV a 1850 RPM, resistencias calefactoras de inmersión de 1000 W 5 A, que mantienen el agua producida en estado líquido, tuberías, tablero de conexiones, iluminación y puesta en marcha. El pozo se encuentra en servicio cuando las napas subterráneas reciben agua producto del deshielo. El registro del año 2023 fue desde el mes de junio, pero los registros de años anteriores marcan de noviembre a mayo aproximadamente. El módulo derretidor, si bien no es específicamente un módulo componente de la Casa Principal, requiere una descripción como parte de ella dada su proximidad con ésta y la relación de su propósito con el sistema de agua de servicios generales.

El sistema derretidor en sí está unido a la línea de agua de servicios generales mediante una tubería aérea por donde circula el agua producida y por otra tubería se comunica la alimentación eléctrica.

Está diseñado para nieve siendo de bajo rendimiento para hielo.

Composición:

- 1 (UNO) caldereta marca ACUOTUB modelo V-0 de 70.000 Kcal/ h de capacidad, con un quemador marca Rasol mod. J-I.
- 1 (UNO) bomba centrífuga de circulación de aceite de 7.000 lts/hs. de capacidad, y 15 mts. de altura de descarga impulsada por un motor eléctrico trifásico de 1.5 CV de potencia y 2.5 amperes de consumo.
- 2 (DOS) bombas centrífugas de transvase y circulación de agua impulsadas por sendos motores eléctricos monofásicos, de 0,75 HP de potencia a 2.800 RPM.
- 1 (UNO) bomba a engranaje de servicio de combustible impulsada por un motor eléctrico monofásico de 0,25 CV de potencia a 1450 RPM.
- 1 (UNO) Batea de acero inoxidable de 1.000 litros de capacidad con serpentín de circulación de aceite, parrilla protectora de serpentín, filtro de canasto de descarga y lluvia aceleradora de proceso.
- 1 (UNO) tanque de servicio de combustible de 290 lt. de capacidad con mirilla de control de nivel.
- 1 (UNO) tanque de servicio y expansión de aceite de 100 litros de capacidad, mirilla de control de nivel y venteo.
- • 1 (UNO) tablero de puesta en marcha del quemador y la bomba de circulación de aceite.
- 1 (UNO) estufa de cuarzo para calefacción del módulo. Tuberías, elementos de control y accesorios.

Funcionamiento:

El tanque de servicio de combustible recibe el mismo a través de una derivación de lared principal de combustible de la Base, de la cual aspira la bomba de servicio de combustible eléctrica o manual.

La bomba de combustible del quemador aspira éste desde el tanque de servicio y lo impulsa al atomizador, a su vez el ventilador del quemador proporciona el aire necesario para la combustión y un electrodo la chispa inicial. La caldereta está controlada automáticamente por una unidad central de control ELESTA que recibe señal de circulación de aceite desde un sensor de flujo y señal de

temperatura máxima de aceite desde un termostato regulable.

La bomba de aceite produce una circulación forzada del mismo por los haces de tubos de la caldereta y por las serpentinas de la batea donde finalmente cederán el calor a la nieve depositada en ella.

El tanque de expansión de aceite absorbe las dilataciones del mismo como así también las posibles pérdidas que pudieran ocasionarse.

A medida que se derrite el hielo o nieve y una vez completado el 50% de la batea con agua es aconsejable trasvasar el agua. De esta forma la temperatura del aceite no baja considerablemente al tener que calentar una gran masa de agua. Conviene trasvasar cada 30 – 40 minutos, tiempo en que se derrite hasta un nivel medio de la batea.

Finalizada toda la maniobra, se abrirá la válvula de descarga de las bombas de agua al módulo servicios y se pondrá en servicio la bomba de aspiración de filtro purificador.

Durante el verano antártico:

Maniobra de agua desde el pozo.

Se efectúa en forma diaria, de manera de mantener al máximo la capacidad total de los tanques de almacenamiento de agua dulce en el módulo de servicios generales, TRES (3) tanques de 10.000 lts. C/U.

La maniobra consiste en impulsar el agua a los tanques por medio de una bomba eléctrica trifásica a través de una tubería de 2 pulgadas con sus respectivas resistencias calefactoras, dispuestas en tres tramos, que llega hasta una válvula que se encuentra debajo del módulo de servicios, la misma tiene una derivación para mandar agua a la Casa de Emergencia, la cual se utiliza generalmente en época de la Campaña Antártica de Verano y se realiza de forma manual extendiendo una manguera desde esta conexión hasta la Casa de Emergencia.

La maniobra alternativa consiste en conectar una manguera (en lugar de usar la tubería) desde la salida de la bomba, en el pozo de agua, hasta la toma de agua ubicada debajo del cuarto tanques del módulo servicios, esta maniobra se debe realizar solamente con temperaturas superiores a cero grados.

Durante el invierno antártico:

Maniobra de hielo y/o nieve.

Se materializa este procedimiento cuando no se cuenta con el pozo producto de que las napas subterráneas no aportan más agua al mismo, a causa de las bajas temperaturas y el congelamiento de los chorrillos.

La elaboración de agua se realiza a través del derretidor, es una tarea simple pero delicada puesto que, se deben tomar premisas para evitar posibles contaminaciones y efectos dañinos para la salud de la dotación.

Se selecciona los trozos de hielo o nieve de zonas limpias y se descartan aquellos expuestos a descargas cloacales, contaminación por combustibles y aceites, sometida al paso de vehículos, cercana a la presencia de animales, etc.

Las herramientas y utensilios como serruchos, palas, trineos, deben estar limpios y no deben usarse para otros fines que para la elaboración de agua.

La maniobra por derretimiento de hielo (gruñones) o témpanos permite obtener agua de mejor calidad y mayor rendimiento, la desventaja de esta maniobra es que implica gastar una cantidad considerable de combustible, desgasta los vehículos necesarios para las etapas de descarga de abastecimientos, el desgaste físico del personal y aumenta el riesgo de afecciones por mayor tiempo de exposición al frío.

Sin embargo, la maniobra por derretimiento de nieve permite obtener agua de buena calidad, teniendo como desventaja un menor rendimiento en cantidad y calidad. La nieve en proximidades del derretidor se acumula en grandes cantidades y una operación de 90 minutos diarios de toda la dotación permite generar agua suficiente para mantener los tanques llenos.

También se ahorra una cantidad considerable de combustible, conservando los vehículos para las etapas de descarga de abastecimientos, el desgaste físico del personal y reduce el riesgo de afecciones por mayor tiempo de exposición al frío.

El procedimiento requiere el encendido de la caldera del derretidor una hora antes, en lo que respecta al trabajo humano se cargan alrededor de 240 contenedores naranjas pequeños con nieve y/o hielo trasladado desde un lugar seleccionado hasta el módulo del derretidor. Según la compactación el rendimiento puede ser entre 8 a 20 litros por cajón.

Si bien el número de cajones es más que suficiente para el consumo diario

promedios recomendable un remanente por cualquier inconveniente que pudiera ocasionarse, por ejemplo: utilización del sistema de Lucha Contra Incendios, pérdidas importantes por alguna avería, condiciones meteorológicas adversas.

La concientización en el uso racional del agua es un aspecto importante de tener en cuenta, no solamente para el personal que inverna, como así también para el personal transitorio y/o integrantes de las campañas de verano.

La base cuenta con TRES (3) tanques de agua de 10000 litros cada uno, DOS (2) de ellos son utilizados para consumo y el tercero se reserva exclusivamente para LCI. Previo a que el agua ingrese a los tanques, es filtrada por un filtro purificador de partículas que se cambia cuando se observa una disminución de caudal.

IV. MÉTODO EMPLEADO PARA LA POTABILIZACIÓN (QUÍMICOS USADOS, CANTIDADES, GASTOS DE LOS MISMOS POR SEMANA, ETC)

Método para la potabilización.

Luego de que el agua pasa por los filtros purificadores de carbono, se continúa con potabilización del agua obtenida desde el pozo o el derretidor y se agrega a los tanques 20 ml de cloro cada 1.000 litros de agua.

- 1) Consumo promedio semanal: 350 ml
- 2) Consumo promedio mensual: 1400 ml (1,40 lts)
- 3) Consumo promedio anual: 16800 ml (16,8 lts.)

Promedio del consumo semanal (consumo humano u otra actividad).

PROMEDIO CONSUMO DE AGUA POTABLE:

- 1) Consumo promedio por integrante: 100 Lts.
- 2) Consumo promedio diario: 2.500 Lts.
- 3) Consumo promedio semanal: 17.500 Lts.

El uso del derretidor y los medios de movilidad para la recolección de nieve o hielo, generan emisión de gases por el consumo de hidrocarburos, asimismo cada equipo utilizado tiene como elemento componente en el principio de funcionamiento otros derivados del petróleo, como aceites y lubricantes, tal vez en el día no se aprecie esta observación, pero al sostener esta actividad en el

tiempo, la suma de todos los medios que generan estos gases, podríamos estar hablando de un elevado aporte a la contaminación del ambiente.

V. PROPUESTA DE UNA SOLUCIÓN

A continuación, desarrollare el principio de funcionamiento del proceso de osmosis inversa para la desalinización del agua captada de mar, como un proyecto realizado para su implementación en la Base Antártica Conjunta Petrel y aplicable al resto de las Bases Antárticas.

a. En el presente informe, se describe el proceso de osmosis inversa para ladesalinización del agua captada de mar.

Finalmente, se evaluará la competencia de los requerimientos solicitados para lasBases Antárticas Conjuntas.

Como ventajas del sistema se tiene:

- Permite remover la mayoría de los sólidos (inorgánicos u orgánicos) disueltos en el agua (99%).
- Remueve los materiales suspendidos y microorganismos.
- Proceso de purificación de forma continúa.
- Tecnología simple, que no requiere de mucho mantenimiento.
- Es modular y necesita poco espacio, de acuerdo a los caudalesdeseados.

b. Principio de Operación

La ósmosis en un proceso natural donde el agua fluye a través de una membrana semipermeable, dejando solo pasar las moléculas más pequeñas de una solución con una baja concentración de sólidos disueltos a una solución con una alta concentración de sólidos disueltos. El agua fluye a través de la membrana hasta que la concentración se iguale en ambos lados de la membrana.

La ósmosis inversa es el proceso en el cual se aplica una presión en el compartimiento que contiene la más alta concentración de sólidos disueltos. Esta presión obliga al agua a pasar por la membrana semi-permeable en dirección contraria al del proceso natural de ósmosis.

La filtración en membrana consiste en una separación física a través de una membrana semipermeable que retiene las partículas de medida superior al

diámetro de poro o selectividad, dejando las impurezas detrás. La permeabilidad de la membrana puede ser tan pequeña, que prácticamente todas las impurezas, moléculas de la sal, bacterias y los virus, son separados del agua.

c. Proceso de desalación

El proceso completo que se sigue normalmente en una planta desalinizadora tipo se describe a continuación:

1) Captación del agua marina o salobre.

Inicialmente, se procura la obtención del agua marina. Esta se realiza a través de unatoma superficial, por medio de una bomba sumergida. Generalmente, se recomienda que dicha bomba esté dispuesta a aproximadamente 80-100 cm de profundidad en un sector protegido y acondicionado mediante gaviones, ubicado en la zona intermareal (área bajo la línea de alta marea y sobre la línea de baja marea).

Si las condiciones lo permiten, la opción más recomendable para la captación de agua, es mediante un pozo y una puntera situada en el sustrato arenoso, en la zona de playa. En estas condiciones el sustrato constituye una primera barrera a la entrada de sedimentos y otros elementos particulados al agua captada. También, es aconsejable el recubrimiento del conjunto por una manta geotextil permeable, destinada a evitar o aminorar el ingreso de materia orgánica, finos o partículas sólidas al ducto de conducción y al estanque de almacenamiento de agua salada.

El punto de emplazamiento escogido debería ofrecer estabilidad en el nivel de las mareas, así como una disminución en la turbulencia de las aguas.

A partir de este punto, las tuberías conducen el agua, impulsadas por la bomba, hasta el estanque de almacenamiento de agua marina que a su vez alimenta la planta desalinizadora.

2) Pretratamiento.

Previo al tratamiento efectuado en el proceso de osmosis inversa, se realiza la aplicación de hipoclorito de sodio mediante un dosificador automático, a fin de

eliminarásí la carga biológica presente en el agua.

Posteriormente, el agua de alimentación almacenada en el estanque de agua salada,ingresa a la caseta con una baja presión, donde le es adicionada una solución de metalfisulfito de sodio, esto con el propósito abatir los cloruros presentes en el agua como consecuencia del tratamiento anterior. Proceso seguido, se aumenta la presión del agua conducida mediante una bomba impulsora para ser filtrada, pasando a travésde un filtro, posteriormente ingresa al equipo desalador llegando a un separador de aire.

3) Tratamiento

Posteriormente que el agua de alimentación haya sido filtrada y habiendo pasado por el separador de aire, ingresa al área de alta presión, donde la bomba principal aumenta la presión considerablemente impulsando el agua hacia las membranas de osmosis inversa. Como resultado de la osmosis inversa, se obtiene agua producto y agua rechazo (salmuera). La salmuera es evacuada del sistema a través de la conexión de descarga de salmuera y vuelve al mar. Una vez terminado el proceso de osmosis inversa, y obtenido agua producto, ésta es enviada al estanque de almacenamiento de agua potable, recibiendo una aplicación de solución de hipoclorito de sodio para su potabilización

d. Equipo

El equipo en cuestión presenta los requerimientos técnicos siguientes:

- Espacio físico: ubicación del equipamiento en un sector protegido de la luz solar directa, lluvia y polvo. Se requiere de una superficie mínima de 3 m²
- Energía: Suministro de energía eléctrica de corriente monofásica, 230 VAC, 50 Hz. Consumo de corriente nominal 11,0 A.
- Caudal de tratamiento: 2000 l/h.

La desalinización es un proceso que permite obtener agua potable a partir de agua con alta salinidad. Para llevar a cabo este proceso existen diversas tecnologías las cuales varían en costos, impacto ambiental, calidad del producto, energía consumida, entre otras más. Sin embargo, todas tienen el mismo objetivo: reducir la concentración de sales disueltas del agua salobre o marina, al

grado de producir agua destilada o desionizada.

Las tecnologías actuales para la desalinización se pueden clasificar en procesos principales y procesos alternativos. Dentro de los procesos principales, se encuentran los procesos térmicos y de membranas

Se ha demostrado que la desalinización es una tecnología prometedora y viable para proporcionar agua potable [9]. Pero el principal problema que impide el uso masivo de tecnologías de desalinización es el alto costo económico asociado, especialmente debido al consumo intensivo de energía [10]. Además, el uso de combustibles fósiles como fuente de energía resta atractivo a su implementación por las preocupaciones sobre el cambio climático y la reducción de las emisiones de dióxido de carbono y el suministro de energía más limpia.

VI. SUSTENTO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Enmarcado dentro de lo establecido en el Protocolo al Tratado Antártico sobre la Protección al Medio Ambiente y sus anexos, que tienen una relación estrecha con el tema de actualidad sobre el calentamiento global y sus efectos, las problemáticas sobre la cuestión hídrica y los métodos de obtención de agua para consumo y usos generales, son temas que día a día toman mayor relevancia por los efectos que están causando en lo largo y ancho del globo. El cambio climático va de la mano con cada acción que realiza el hombre y como aborda los temas de la concientización en cada actividad realizada en estos confines. Como parte integrante del sistema de protección del medio ambiente del que formamos parte los hombres y mujeres de todos los elementos y organizaciones que tienen relación directa con la actividad antártica, nos cabe la responsabilidad de presentar propuestas que logren un marcado compromiso con el tema de referencia; por ello, y manteniendo la premisa de reducir en su máxima expresión todas aquellas acciones que puedan tener como resultado un efecto negativo.

Pensar en dejar de consumir elevadas cantidades de insumos contaminantes, como lo es el petróleo y sus derivados, podría ser el comienzo de algo grande.

Los medios de obtención de agua para consumo que poseen las Bases en la actualidad, deberían ser reemplazados por un sistema que permita la provisión constante de agua. Reducir el manipuleo de lubricantes y aceites en el continente

blanco pareciera ser poco, pero si este material llegara a las superficies por diferentes causas, generarían un daño irreversible en el ambiente, la fauna y la flora.

La instalación de desalinizadores, no solo brindaría el flujo constante de agua, sino que reduciría el efecto causado por la quema de combustibles para el funcionamiento de las calderas de los derretidores principalmente, seguido en la merma del uso de vehículos empleados para tal fin, como así también reducir considerablemente la presencia de otros derivados del petróleo.

Cabe destacar que la modernización hace a la optimización, reducir la exposición a las inclemencias del tiempo del personal de las dotaciones que deben hacer recolección de nieve o hielo para poder abastecerse de agua a lo largo del invierno, hace parte de la sofisticación y uso apropiado del recurso humano.

VII. CONCLUSIÓN

En el futuro cercano, cada acción relacionada con la protección del ambiente que nos rodea, no solo del ambiente antártico, será la que permita mantener el lugar de relevancia que posee nuestro país en materia de protección ambiental. Mantener la ocupación ininterrumpida de las bases permanentes y temporales a lo largo de los años, habla del compromiso asumido por cada integrante de las distintas organizaciones que forman parte del tema antártico.

Es por ello que sostener e incluir nuevas políticas en materia de derecho antártico, gestión y logística antártica, debe mantener la premisa plasmada en el STA y sus protocolos.

BIBLIOGRAFÍA

Tratado Antártico.

Revista Iberoamericana de Derecho, Cultura y Ambiente Edición N° 1. junio de 2022 SISTEMA DEL TRATADO ANTÁRTICO Y RÉGIMEN DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Por Mariano Damián Ferro.

Proyecto Base Antártica Conjunta Petrel - Métodos De Desalinización - Div Tec Dpto ODENAC.

Informe de provisión de agua - Comando Conjunto Antártico - Componente

Naval- Base Antártica Conjunta Orcadas.

Material de lectura aportado en la plataforma de la Diplomatura.