

Plantas desalinizadoras en la minería

Alternativas para el uso del agua

Alfredo Saavedra L.
PERIODISTA CONSTRUCCIÓN MINERA

» La desalinización es un proceso por el cual se elimina la sal del agua de mar o salobre y se obtiene agua dulce. En minería, la mayoría de las plantas utilizadas emplean la metodología de osmosis inversa.

» Dentro de sus principales componentes se cuentan los sistemas de succión/alimentación de agua cruda, las bombas de impulsión de agua cruda (sin tratar) y el pretratamiento, que puede incluir diferentes procesos unitarios con el objeto de remover partículas y/o contaminantes que influyan negativamente en el proceso.

» Mina Cerro Negro Norte y Mantoverde, son ejemplos de proyectos que cuentan con plantas desalinizadoras. En el caso de la última, su planta incorpora tecnología que permitiría ahorrar hasta 30% de energía y abastece gran parte de los requerimientos hídricos necesarios para la operación.

EL RECURSO HÍDRICO se ha vuelto un bien limitado que debe responder, cada vez más, a nuevas demandas por parte de distintos sectores industriales, así como del consumo humano. Y si bien Chile cuenta con gran disponibilidad, no está exento de problemas en ese ámbito. Basta recordar lo que sucede en el norte del país, donde las fuertes sequías se han hecho sentir. Este problema afecta, no solo a las comunidades de la zona, sino que también a las operaciones mineras del lugar que utilizan este elemento para llevar a cabo sus diferentes procesos productivos. El agua es un insumo estratégico para el sector ya que se utiliza en las etapas de explotación, de concentración por flotación, en la fusión y electro refinación y en el proceso hidrometalúrgico, que consta de lixiviación, extracción por solventes y electro obtención, entre otros.

Por esta razón, la industria ha comenzado a revisar alternativas como el uso de agua de mar, que además permitiría desarrollar una minería sustentable en un futuro cercano. Sin embargo, no es llegar y tomar este recurso desde las costas, pues esa agua no es apta para las operaciones (salvo excepciones cuya tecnología le permitiría operar con agua salada), ni el consumo. Es necesario tratarlas. Así es como entran en escena las plantas desalinizadoras.



Para la desalinización, las plantas utilizan el método de osmosis inversa, que consiste en hacer pasar el agua salada a alta presión a través de membranas semipermeables que impiden casi totalmente el paso de sales, obteniéndose el agua dulce.

PROCESO

La desalinización es un proceso por el cual se elimina la sal del agua de mar o salobre y se obtiene agua dulce. Las plantas que lo realizan, son instalaciones industriales destinadas precisamente a llevar a cabo esta acción, que puede hacerse a través de destilación, desalinización por congelación, mediante evaporación relámpago o formación de hidratos. No obstante, el método más común y que revisaremos en el artículo, es por osmosis inversa, que consiste básicamente en hacer pasar el agua salada a alta presión a través de membranas semipermeables que impiden casi totalmente el paso de sales, obteniéndose agua dulce. Estas membranas permiten que ciertas moléculas o iones pasen a través de ellas por difusión. El índice de paso depende de la presión, la concentración y la temperatura de las moléculas o de los solutos en cualquier lado, así como la permeabilidad de la membrana para cada soluto.

“Para entender el proceso de osmosis inversa primero es importante entender el de osmosis”, señala Giancarlo

Barassi, Ph.D. en Química y Technical Manager de H2OPRO, empresa proveedora en Chile de FEDCO. “En la osmosis cuando dos soluciones de diferentes concentraciones se encuentran separadas por una membrana semipermeable, la cual permite el paso del agua pero no del soluto (compuesto soluble en el medio), la primera tenderá a pasar a través de la membrana desde el compartimiento más diluido al más concentrado para igualar la presión osmótica a ambos lados de la membrana”, explica el experto, agregando que en el caso de la osmosis inversa ocurre exactamente lo contrario. “El agua fluye desde el compartimiento donde se encuentra la solución más concentrada hacia el compartimiento de la más diluida. Este proceso anti natura se logra mediante la aplicación de una presión mayor a la presión osmótica de la solución”, detalla.

El sector minero opta por desalinizar tanto agua salobre tierra adentro como agua de mar en la costa. Dependiendo cual sea la fuente del recurso hídrico se escoge un pretratamiento adecuado para lograr remover la máxi-



Un ejemplo de planta desalinizadora es la de mina Monteverde que produce 120 litros por segundo, tiene una vida útil de 20 años y cuenta con tecnología que permite ahorrar hasta 30% de energía, abasteciendo gran parte de los requerimientos hídricos necesarios para la operación.



ma cantidad posible de aquellos compuestos y/o partículas que puedan afectar el correcto funcionamiento de las plantas.

ESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN

De acuerdo a Christian Bernet, ingeniero de Procesos Senior de Vigaflow, empresa que se especializa en desalinización por osmosis inversa, la construcción de estas plantas para el sector minero tiene un gran énfasis en la confiabilidad. “El diseño incorpora aspectos que cubren los riesgos de falla ante eventos fortuitos de tal modo de asegurar la continuidad en la producción, es decir, las etapas críticas son redundantes. Asimismo, el sistema de monitoreo y control es diseñado de forma robusta”, señala.

Para la instalación y construcción de estas plantas, se toman en cuentas diversas etapas. Una de ellas corresponde a las obras civiles donde se ejecutan los radieres, excavaciones, estanques y edificaciones. Junto a esto se realizan los montajes de los equipos, fase donde se instalan los bastidores con las membranas de osmosis inversa, las bombas de alta presión, los filtros de pre tratamiento, bombas de alimentación en baja presión, sistemas de dosificación de productos químicos, interconexión hidráulica, montaje de instrumentación y el panel de fuerza y de control de la planta.

Una tercera etapa es la de preparación del sistema, donde se realiza la carga de medios filtrantes, preparación de las soluciones de productos químicos, carga de cartridges microfiltrantes y carga de las membranas en los estanques de presión. Luego se da paso a las pruebas preliminares, entre las que están los testeos de estan-

queidad del sistema, pruebas eléctricas y de control y verificación de instrumentos.

Ya con lo anterior resuelto, viene la puesta en marcha, donde el hincapié está en el acondicionamiento de los medios filtrantes, ajuste de las condiciones de pretratamiento, caudal y presiones de alimentación al sistema. “En esta fase se hacen los ajustes de las tasas de dosificación de productos químicos y los ajustes de la presión de operación y porcentaje de recuperación del sistema, dando así inicio de la marcha blanca, donde se revisan las condiciones de funcionamiento del sistema de osmosis y se lleva registro de los datos operacionales iniciales”, detalla Bernet.

En cuanto a los principales componentes de una planta de estas características se cuentan los sistemas de succión/alimentación de agua cruda, las bombas de impulsión de agua cruda (sin tratar) y el pretratamiento.

FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA

En una primera etapa se usan los sistemas de succión de agua, la que se puede conseguir con tomas cerradas o abiertas. Estas últimas tienen como inconveniente una actividad orgánica y biológica importante, mayor exposición a la contaminación, un alto contenido de oxígeno disuelto, amplio margen de variación de temperaturas, composición química más homogénea y un contenido de sólidos en suspensión. Hay dos formas de realizarla: toma en canal y mediante emisario submarino. La primera técnica tiene tomas de menor longitud y más superficiales por lo que están expuestas al oleaje y a la presencia de algas contaminantes. De esta forma, se necesitan filtros para retener las algas y otros materiales gruesos antes de que



En los bastidores de ultrafiltración se realiza la limpieza prácticamente completa del agua de cualquier tipo de residuo, quedando solo con la sal.



el agua llegue a las bombas de captación. Por su parte, la segunda técnica se utiliza en mayor medida cuando la turbidez y la contaminación por algas sean elevadas. En ese caso la tubería de captación debe sumergirse a una distancia conveniente para garantizar una profundidad mínima y evitar así la influencia del oleaje.

Las tuberías empleadas en los proyectos de osmosis inversa en general son de PVC SCH80 para las líneas de baja presión y en el caso de las líneas de alta presión son fabricadas en acero inoxidable dúplex de alta resistencia a la corrosión. “La selección de los materiales se hace sobre la base de la resistencia mecánica a las altas presiones con que se opera y por otro lado a la compatibilidad química debido a la alta salinidad del agua de mar. Los tamaños seleccionados pueden ser diámetros tan pequeños como 1” hasta diámetros de 8” y más”, detalla Bernet.

Para ambas técnicas, se dispone de un depósito ubicado en tierra cuya misión es bombear el agua hasta la planta desalinizadora, asegurando un suministro sin interrupciones. El depósito además, actúa como decantador, ayudando a mejorar las condiciones físicas del agua a tratar. Cuando el agua llega a la planta, se da paso a la fase del preprocesado, tanto físico como químico. Los componentes físicos en suspensión comprenden desde arenas hasta partículas coloidales. A esto hay que añadir una alta actividad biológica.

Este pretratamiento, puede incluir diferentes procesos unitarios con el objeto de remover partículas y/o contaminantes que influyan negativamente en el proceso. “Generalmente está hecho a la medida según cada caso, ya que gran parte de los problemas de operación ocurren por el mal diseño del pretratamiento o mala operación de este por parte de los trabajadores que deben llevarlo a cabo”,

señala Barassi.

El primer tratamiento que recibe el agua es el ajuste del pH, donde interesa situarlo en un nivel ácido para que la siguiente fase, la desinfección con reactivo, sea más efectiva (el pH de entrada será básico). En esta segunda etapa, se utiliza cloro gas, hipoclorito sódico o hipoclorito cálcico con el fin de eliminar toda actividad biológica que exista en el agua que se quiere desalar. Tras esto, se realiza una microfiltración gruesa para eliminar partículas por sobre los 100 micrones. “Se hace una filtración en medio granular de profundidad para la clarificación y remoción de sólidos suspendidos, llegando a bajos niveles de turbidez necesarios para un correcto desempeño de las membranas”, explica Bernet, agregando que en el caso que el agua de mar presente altos niveles de contaminación, ya sea por presencia de microalgas, materia orgánica, aceites o alta carga de turbiedad, entre otras, esta etapa se complementa con una combinación de pretratamientos más robustos, tales como Flotación por Aire Disuelto (DAF) y/o Ultrafiltración (UF).

Tras la desinfección, se da paso a la decoloración del agua, ya que las membranas tienen límites estrictos. Para esto se inyecta y dosifica metabisulfito, cuyo objetivo es la eliminación del cloro antes de alimentar las membranas por osmosis. “También se realiza una inyección y dosificación de antincrustante para proteger las membranas de osmosis inversa ante incrustaciones por precipitación de sales y una microfiltración a 5 µm mediante el uso de filtros de cartucho”, detalla Bernet.

Así, con el agua decolorada, se da paso a pre-tratamientos físicos que pueden agruparse en tres fases. La primera comprende los filtros de arena formados por una o varias capas de material filtrante y cuya misión es eliminar las partículas no coloidales. En la segunda fase se

■ En la cántara se almacena el agua proveniente del mar. Además es donde, por medio de un sistema rotativo (Tamiz), se elimina material biológico, para después por medio de bombas, impulsar el agua salada a la planta de filtrado.



usan técnicas de coagulación, floculación y decantación en caso que los filtros de arena no consigan un bajo índice de sedimentación. Si los niveles de partículas aún se consideran excesivos, en la tercera etapa se utilizan filtros de afino, constituidos por filtros de cartucho.

Al término del preprocesamiento, el agua pasa a la desalación, donde debe llegar con condiciones específicas para no dañar la membrana, también llamada de arrollamiento en espiral, formada por láminas rectangulares de membranas semipermeables, alternadas con otras capas que permiten la conducción del fluido dentro de ella. Cuentan con un canal de entrada por donde ingresa el agua que se quiere desalar (de alimentación) y dos de salida, conocidos como canal de permeado. También posee un canal de desecho, por donde sale el agua que no ha podido atravesar la membrana semipermeable (rechazo o brine). El funcionamiento de las membranas en espiral, consiste en hacer pasar a través de la membrana el 50% del agua obtenida. Por un lado, se obtiene esa agua producto y con la otra mitad se quedan todas las sales.

ETAPA DE DESALACIÓN

Durante la etapa de desalación, serán las bombas centrífugas de alta presión las encargadas de aportar al agua la energía hidráulica necesaria para llevar a cabo el proceso. “La bomba de alta presión es el equipo que otorga al agua salada la presión suficiente para vencer la presión osmótica para poder desalinizar. Se instalan en las cercanías de los bastidores de los tubos de presión que contienen los módulos de las membranas”, explica Barassi, agregando que, en ocasiones (como en el caso de FEDCO), la bomba viene pre ensamblada junto a su motor. “Localmente será necesario montarla sobre una base firme y fija para luego continuar con el proceso de alineación

antes de hacerla funcionar”, detalla.

De acuerdo al experto, las bombas de alta presión en su mayoría se comercializan en dos tipos de aceros y dependiendo del agua a desalinizar. “Generalmente se instalan bombas en acero inoxidable 316L cuando se desalinizan aguas salobres con un contenido de cloruros en rango bajo a medio. En el caso de desalinizar agua de mar, donde el contenido de cloruros es elevado, se recomienda el uso de bombas que estén construidas en acero dúplex 2205 el cual tiene una resistencia a la corrosión superior, la que generalmente se ve mediante el PREN (pitting resistance equivalent number)”, detalla Barassi, agregando que mientras más alto es este número, mayor es su resistencia a la corrosión. “Este número toma en cuenta el contenido de molibdeno, nitrógeno y cromo en el acero. Valores sobre 32 se consideran aptos para uso en agua de mar”, explica.

Para asegurar un correcto funcionamiento de estos elementos, los expertos consultados recomiendan realizar chequeos periódicos de análisis de vibración y consumo eléctrico, entre otros. “Es muy importante que el agua que entra a la bomba de alta presión se encuentre filtrada por un filtro de cartucho para evitar el ingreso de partículas sólidas que puedan dañar componentes internos. En el caso de bombas FEDCO es importante hacer la mantención descrita en el manual del equipo una vez por año”, indica Barassi.

El mayor consumo energético del proceso de desalinización por osmosis inversa está dado justamente por la bomba de alta presión. “Con el fin de recuperar la energía contenida en el agua de descarte (agua de mar concentrada), esta es alimentada a un sistema de recuperación de energía, el cual toma la energía de presión contenida en el rechazo y la transfiere al agua de alimentación, me-

En cuanto a las obras marinas, requirieron un gran esfuerzo de ingeniería para modelar las condiciones de Bahía Corral de los Chancos y de esta forma identificar los puntos estratégicos de captación y descarga del efluente.



El agua desalada que se obtiene de esta etapa, estará desequilibrada, tendrá escasez de calcio, un pH ácido y una baja alcalinidad, por lo que para estabilizarla se recurre a la descarbonatación o desgasificación, adición de productos químicos o se mezcla con otras aguas. Así, para el correcto control del proceso de desalinización, además, es necesario medir diversas variables tales como caudales, presiones, pH, temperatura y conductividad del agua, entre otras.

En la siguiente fase del proceso, el agua viaja hasta la estación de bombeo de la empresa minera, que la transporta hasta la explotación minera. La empresa podrá vender el sobrante de agua desalada a otras explotaciones mineras y a los agricultores de la zona.

Así es en términos generales el funcionamiento de las plantas desalinizadoras. Sus principales mantenimientos consisten en la realización de limpiezas químicas preventivas de las membranas, cuya frecuencia es dictada a partir del análisis de los registros operacionales de la planta y dependerá de la operación de la planta en su conjunto, así como del cambio de elementos filtrantes del pretratamiento (lechos de arena de los filtros), cuya frecuencia

de cambio es generalmente cada dos años. “También se deben cambiar los elementos microfiltrantes (cartridges) idealmente de forma mensual y realizar la mantención de las bombas de impulsión y bombas dosificadoras; que corresponde al cambio de los sellos hidráulicos, de las membranas de las bombas y cambio de aceites lubricantes de las bombas de alta presión”, detalla Bernet.

EXPERIENCIAS NACIONALES

A fines del 2013, CAP Minería encargó a Acciona Agua la construcción de una planta desalinizadora ubicada aproximadamente a 2,5 km al sur del Puerto Punta Totoralillo, a 25 km de la comuna de Caldera, a una distancia de 82 km de la operación de Cerro Negro Norte, en la provincia de Copiapó. En un comienzo la obra fue diseñada con capacidad instalada de 400 litros/segundo ampliable hasta los 600. La toma de agua de mar se realizó a través de una tubería submarina de 1.600 mm de diámetro y 280 m de longitud que capta el agua a una profundidad cercana a los 28 m y en su extremo cuenta con una torre de captación. En la costa hay una estación de bombeo que sirve para impulsar el agua hacia la planta y desde esta hacia la mina en la cota 1.100 aproximadamente.

El cajón de captación está hecho de hormigón armado y cuenta con una grilla de acero con separación no superior a 30 centímetros. Posee una escotilla de inspección de 1.200 mm de ancho que permite el ingreso de un buzo para ejecutar las mantenciones. Sus dimensiones se proyectaron para que las velocidades del flujo de ingreso sean inferiores a 0,3 metros por segundo. Tiene una altura aproximada de 5 m sobre el fondo marino y una sección cercana a los 9 metros cuadrados.

La tubería de captación está construida en polietileno de alta densidad (HDPE) para enfrentar las condiciones del mar y el clima. El conducto está anclado al suelo marino mediante lastres de anclaje de hormigón armado y se conecta al cajón de captación y al pozo de impulsión mediante flanges. El pozo de bombeo albergará las bombas verticales que elevan el agua de mar hasta la planta desalinizadora. Una vez ahí, se realiza el proceso de desalación y remineralización. La salmuera resultante es devuelta al mar mediante un sistema de difusores que facilitan la dilución aproximadamente a unos 10 m de la salida

del difusor. La planta desala por osmosis inversa con un pretratamiento que incorpora tecnología propia desarrollada por Acciona, para proteger las membranas frente a fenómenos como las mareas rojas o la proliferación de medusas, típicos de esta zona del Océano Pacífico.

La planta considera un área de pretratamiento, proyectada en hormigón armado de 50x50 m, que resguarda los equipos de tratamiento para la mezcla, floculación y coagulación de partículas coloidales y en suspensión; el área de flotación por aire disuelto, para la oxidación de la materia orgánica y flotación de las partículas coloidales y sistemas abiertos de filtración en profundidad para la eliminación de las partículas en suspensión; áreas de bombas, compresores y sopladores y bombas dosificadoras de reactivos; un estanque de agua para retro lavado de los filtros; un estanque de recuperación del agua de retro lavado y sistema de recirculación hacia el área de floculación, y el estanque de cabeza de la salmuera.

El área de osmosis inversa se encuentra al interior de un galpón de hormigón con estructura metálica de 70x40 m aproximadamente. Este sector considera líneas de producción; un sistema de bombas de alta presión, recuperadores de energía y bombas Booster, bastidores de osmosis inversa; un estanque para el lavado y desplazamiento de las membranas de osmosis inversa, además de un sistema de lavado con equipos necesarios para

Desalinización es un término más preciso que desalación, ya que este último se define como el proceso de quitar la sal a cualquier producto, no solo al agua salada.

realizar estas operaciones.

Finalmente, la descarga de la salmuera resultante del proceso de osmosis inversa, se hace mediante una tubería fabricada en HDPE de 800 mm de diámetro que se conecta al estanque de salmuera y recorre semienterrada un tramo terrestre cercano a los 1.500 m hasta llegar a la cámara de carga. El punto de descarga se ubica a aproximadamente 450 m al norte del punto de captación y fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL).

Otro caso es la planta Mantoverde de Anglo American,

**ANDAMIOS DE FACHADA
Y MULTIDIRECCIONALES**

scafom-rux

**CERTIFICACIÓN ALEMANA.
PRODUCTORES DE CIMBRAS, PUNTALES
Y ACCESORIOS.**

Los Conquistadores 2569, Providencia, Santiago, Chile / (+56 2) 2 3781241 / chile@scafom-rux.cl / www.scafom-rux.cl

Para la construcción de la línea (cañería) de 42 km se utilizaron equipos zanjadores, de izaje de cañerías, equipos sideboom para el manejo de tramos y robot para pintura interior. Las estructuras y los equipos mayores, fueron montados a través de grúas móviles y se utilizaron grúas torres para la construcción de los edificios.



cuya inversión aproximada llegó a cerca de 100 millones de dólares. Inaugurada en noviembre de 2014, la planta produce 120 litros por segundo, tiene una vida útil de 20 años, cuenta con tecnología que permite ahorrar hasta 30% de energía y abastece gran parte de los requerimientos hídricos necesarios para la operación. “La planta se abastecerá con 120 l/s de agua industrial, provenientes de la desalinización de agua de mar, a través de una planta de osmosis inversa, acompañada de un sistema de bombeo, el cual considera dos unidades de bombeo y una cañería de 24”, recorriendo una distancia de 42 km y alcanzando los 800 metros sobre el nivel del mar”, detalla, Rodrigo Aguila, gerente de Construcción Proyecto Planta Desalinizadora Mantoverde. De acuerdo al profesional, los equipos que permitieron materializar el proyecto fueron traídos desde distintos países (a modo de ejemplo, la tubería de 24” fue traída desde China). “En general los equipos y materiales se trasladaron en barco desde el país de origen hacia Chile, y por camiones desde el puerto hacia la obra”, cuenta Aguila.

Para la construcción de la línea (cañería) de 42 km, se realizó una división en cuatro tramos para permitir el desarrollo de las pruebas hidráulicas necesarias para comprobar la calidad del proceso y se consideró el uso de equipos específicos para la eliminación de algunos riesgos presentes. “Se utilizaron equipos zanjadores, de izaje de cañerías, equipos sideboom para el manejo de tramos y robot para pintura interior”, detalla Aguila, agregando que, en general, las estructuras y los equipos mayores, fueron montados a través de grúas móviles y se utilizaron grúas torres para la construcción de los edificios.

En cuanto a las obras marinas, requirieron un gran esfuerzo de ingeniería para modelar las condiciones de Bahía Corral de los Chanchos y de esta forma identificar los puntos estratégicos de captación y descarga del efluente. De acuerdo a la minera, los trabajos se realizaron dentro del compromiso por minimizar los efectos en el medio ambiente, como por ejemplo la eliminación de tronaduras en el mar. Además, el proyecto desarrolló un plan de monitoreo para asegurar que no se generaran impactos negativos sobre el medio marino. “El proceso comenzó con la limpieza del fondo a través del uso de buzos, lanchas y globos. En paralelo, se construyeron, en el continente, la torre de captación y tramos de 100 m de inmisario y emisario. A continuación se procedió al desplazamiento

fondeo de la torre y los tramos a través del uso de todos los equipos. Finalmente se hizo la unión (con bridas y pernos) de los tramos a través del trabajo de los buzos”, explica Aguila, agregando que en la campaña constructiva se destacó el uso de buzos calificados, plataforma marina, grúa de gran tonelaje, lanchones de diferente tamaños y la construcción de una escollera o espigón, el cual al finalizar la campaña fue retirado.

Con la planta construida, su funcionamiento en términos generales, parte con la captación del agua a través de la torre. Luego, se almacena en el estanque ubicado a 12 m bajo el nivel del mar, donde por medio de un siste-

ma rotativo (Tamiz) se elimina material biológico sacado desde el mar, para después, por medio de bombas, impulsar el agua salada a la planta de filtrado.

Una vez ahí (etapa de filtración), se eliminan pequeñas partículas del mar (sólidos en suspensión) para limpiar el agua y evitar su adherencia a otros elementos del sistema. Luego vienen los filtros de ultrafiltración, que limpian prácticamente por completo el agua de cualquier tipo de residuo quedando solo con sal. Tras esto, por medio de un sistema de alta presión (osmosis inversa) se elimina por completo la sal del agua. Esta etapa posee un recuperador de energía que utiliza la presión de la salmuera para reducir la demanda de energía del sistema en un 30% aproximadamente. A continuación, el agua filtrada es mezclada con CO₂ e ingresa a un estanque donde se junta con “calcita” para neutralizarla y evitar corrosión en las tuberías (remineralización).

Entonces, el agua desalinizada y en condiciones de ser utilizada, se acumula en estanques para posteriormente dirigirse a las estaciones de bombeo que impulsarán el agua hasta la operación Mantoverde. La Estación de Bombeo N°1 impulsa el agua desde la planta a 400 metros de altura y 21 kilómetros de distancia, mientras que la estación de bombeo 2, hace lo propio otros 400 m de

altura y 21 km más, para llegar a la piscina de recepción que se encuentra en la operación Mantoverde para su distribución a los diferentes procesos. “Finalmente, el agua utilizada en la limpieza de los filtros y la salmuera son estabilizadas, neutralizadas y diluidas para devolverse al mar por medio del inmisario, el cual se inserta por 500 metros en el mar y por medio de un difusor a una profundidad de 30 metros sin afectar el ecosistema marino”, detalla Aguila. Cabe mencionar que en el caso de la planta desalinizadora Mantoverde de Anglo American, se consideró la implementación de un laboratorio dedicado de forma continua al control de calidad de las aguas, en cada una de las etapas del proceso.

Ambos ejemplos dan cuenta de las alternativas que está buscando la industria para poder hacer frente a la escasez del agua. Y si bien hay un camino recorrido, no se puede obviar que también estas plantas acarrearán un elevado gasto de consumo energético. Por esto, actualmente, ya se están realizando estudios para desarrollar plantas desalinizadoras más competitivas, menos contaminantes y que utilicen fuentes de energía renovables. La intención está y las tecnologías aportan al objetivo. Todo sea por dar un uso eficiente al más vital de los elementos. //



Geotel, Líder en alojamiento corporativo, pone a su disposición un servicio de alojamiento especialmente diseñado y creado para el pasajero de negocios en la ciudad de Calama y de Antofagasta.

Contamos con todo lo necesario para descansar y trabajar, teniendo siempre presente el cuidado del medio ambiente.

NUEVO ANTOFAGASTA | CALAMA

Reservas: (56 02) 24559350 • reservas@geotel.cl



GEOTEL
LÍDER EN ALOJAMIENTO CORPORATIVO

www.geotel.cl