

Planta desaladora de agua de mar de Ashkelon (Israel)

Fredi Lokiec y Gustavo Kronenberg

DESCRIPTORES
 PLANTA DE ASHKELON
 CONSORCIO
 FINANCIACIÓN
 CONTRATACIÓN
 LICITACIÓN
 DESARROLLO DEL PROYECTO
 SISTEMAS DE LA PLANTA
 PRECIO DEL AGUA

Introducción

El agua es la fuente de la vida, pero en especial en Israel donde las fuentes de agua son escasas y el problema del abastecimiento de agua es uno de los más severos que tiene que afrontar el Estado. Israel ha ganado reconocimiento internacional por sus logros en los campos de la utilización eficiente del agua, irrigación, intensificación de la investigación y desarrollo y por la gran calidad de los sistemas tecnológicos desarrollados alrededor del agua. Todo esto permitió alcanzar una demanda equilibrada de agua y permitió a las autoridades poder asignar cuotas de agua sin disminuir la entrada neta de los sectores de producción. No obstante, el balance de agua de Israel muestra un constante déficit a través de los años. Teniendo en cuenta otras demandas regionales, la desalación del agua de mar constituye casi la solución única para Israel y sus países vecinos.

Hace cinco años, las autoridades con poder de decisión en Israel aprobaron un plan general de desalación, que comprende la construcción de plantas de desalación de agua de mar de gran tamaño a lo largo del Mediterráneo, con la intención de alcanzar en cinco años un volumen total de aproximadamente 400 millones de metros cúbicos/año y, en paralelo, el desarrollo en cuencas tierra adentro de sistemas de desalación de aguas salobres.

La planta de desalación de agua de mar de 100 millones de metros cúbicos/año localizada en Ashkelon, al sur de Israel, es la primera de las plantas proyectadas de gran tamaño que se ha materializado. El Estado de Israel, a través de los Ministerios de Infraestructuras y Finanzas, inició en julio de 2000 un extenso proceso de licitación que finalizó con la adjudicación el 3 de septiembre de 2001 del proyecto Ashkelon (BOT a 25 años) a V.I.D. Desalination Company Ltd., una compañía constituida

específicamente para la ejecución de este proyecto. Los contratos BOT, al precio de US\$ 52,7/m³, fueron firmados en Jerusalén el 25 de noviembre de 2001 (para los primeros 50 millones de metros cúbicos/año) y el 28 de abril de 2002 (para los 50 millones de metros cúbicos/año adicionales).

El proyecto BOT comprende la financiación, diseño, construcción, operación y transferencia de la planta de desalación de agua de mar con capacidad de producción garantida de 100.000.000 m³/año por el término de 25 años. La producción de la planta será vendida a la Autoridad de Agua y Desalación (WDA), cuyas obligaciones bajo el acuerdo BOT se consideran como las obligaciones del Estado de Israel. Con la finalización del período a que se extiende el contrato, la planta será transferida al Estado.

La planta ha sido construida en el emplazamiento en Ashkelon de la Eilat-Ashkelon Pipeline Corporation (EAPC). El emplazamiento está ubicado en la zona industrial de Ashkelon, en la costa del Mediterráneo al sur de Israel, 700 metros al norte de la central eléctrica de IEC (Israel Electric Corporation).

El agua de alimentación a la planta es bombeada desde el mar Mediterráneo. La estación de bombeo está ubicada en la costa, a 400 metros del emplazamiento de la planta. La calidad del agua es la típica del mar Mediterráneo. El punto de distribución del agua desalada está en los límites de la batería del propio emplazamiento. La salmuera se descargará al mar, disuelta con el agua de refrigeración de la central eléctrica de IEC, adyacente a la desaladora. La energía eléctrica para la planta desaladora es suministrada por dos fuentes independientes: por la propia red eléctrica nacional y por la energía generada por una planta de generación eléctrica propia (IPP) instalada en el mismo emplazamiento.

Visión general del consorcio y la estructura del proyecto

V.I.D. Desalination comprende tres accionistas:

- IDE Technologies Ltd. (50%), encabezando la empresa.
- Veolia Water (25%).
- Elran D.D. Infrastructures Ltd. (25%).

IDE Technologies Ltd. es una subsidiaria por partes iguales del Grupo Delek, uno de los principales grupos empresariales israelíes, e Israel Chemicals Ltd., una compañía líder de productos químicos, cuyas acciones se cotizan en la Bolsa de Tel Aviv. IDE es reconocida como el líder mundial de destilación a bajas temperaturas y cuenta también con una amplia experiencia en plantas desaladoras basadas en tecnología de ósmosis inversa. IDE se ha especializado en el diseño, investigación, desarrollo y fabricación de plantas de desalación sofisticadas y equipos, incluyendo procesos de desalación de aguas salinas, tratamientos de agua y purificación de corrientes industriales, bombas de calor y máquinas de hielo. IDE ha suministrado en España más de 60 plantas desaladoras, basadas en diversas tecnologías de desalación, cuya operación a lo largo de numerosos años confiere a IDE una gran experiencia en el diseño, operación y mantenimiento de este tipo de plantas.

Veolia Water S.A. pertenece en su totalidad al Grupo Veolia, líder mundial en el sector ambiental y que es también la segunda compañía de comunicaciones del mundo en tamaño. Veolia Water es parte de Veolia Ambiental, líder mundial en servicios ambientales que opera en más de 100 países. Veolia Water, creada por la fusión entre Générale des Eaux y US Filter en septiembre de 1999, es el nombre de la marca internacional de los negocios de agua de Veolia.

Elran D.D. Infrastructures Ltd. es una subsidiaria del Grupo Dankner, una de las compañías líderes de capital privado, con intereses diversificados en industrias de energía, química, petroquímica y plástico, desarrollos residenciales y comerciales, televisión por cable y telecomunicaciones. Las acciones del Grupo Dankner se cotizan también en la Bolsa de Tel Aviv.

Los documentos de la licitación incluyeron, entre otros aspectos, los principios fundamentales del acuerdo. Los contratos principales serían el Contrato BOT, el de Ingeniería, Compra y Construcción ("Contrato EPC"), el de Operación y Mantenimiento ("Contrato O&M"), el Acuerdo de Compra de Potencia ("PPA") y los Acuerdos Financieros. La estructura contractual general del proyecto se detalla más adelante y en la figura 1.

El plazo para la construcción de la primera planta de 50 millones de metros cúbicos/año está previsto en 27 meses, habiéndose considerado para la segunda planta de 50 millones de metros cúbicos/año tres meses adicionales (total 30 meses), contados desde la autorización para proceder ("notice to proceed"). La construcción se realiza al amparo del Contrato EPC formalizado entre el Consorcio y la compañía especial creada para el EPC por los dos socios OTV (Grupo Veolia) e IDE Technologies Ltd., consorcio que opera bajo el nombre de OTID.

Finalmente, la operación y mantenimiento de la planta se realizarán al amparo del Contrato O&M formalizado con el consorcio formado por el Grupo Veolia, IDE Technologies Ltd. y Elran, un socio financiero.

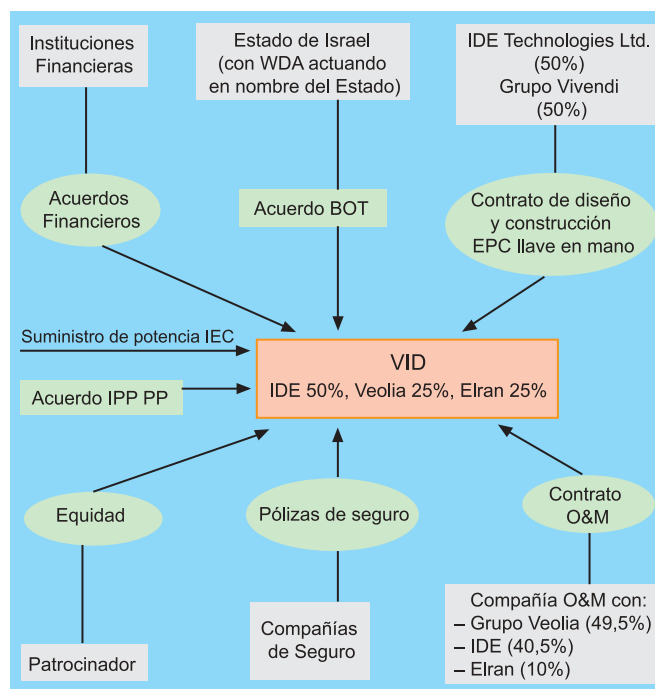
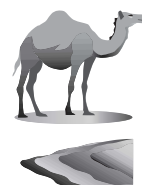


Fig. 1. Estructura Contractual General.

Hitos temporales del proyecto

El proceso de licitación, desde la publicación de los documentos de la licitación hasta el anuncio por parte del comité de la licitación sobre el licitador ganador, tuvo una duración de 14 meses:

- Julio de 2000: Emisión de los documentos de la licitación, excepto el documento D (el acuerdo).
- 27 de septiembre de 2000: Emisión del acuerdo.
- 21 de noviembre de 2000: Presentación de Pre-Calificaciones.
- 21 de diciembre de 2000: Anuncio de los licitantes Pre-Calificados.
- 25 de febrero de 2001 Emisión del Acuerdo Corregido.
- 1 de mayo de 2001: Primera presentación de la licitación.
- 15 de agosto de 2001: Segunda presentación de la licitación.
- 3 de septiembre de 2001 Oferta mejor y final y adjudicación del proyecto al Consorcio.
- 25 de noviembre de 2001: Fecha de la firma (ejecución del contrato para 50 millones de metros cúbicos/año).
- Diciembre de 2001: Selección del arreglador.
- Febrero-abril de 2002: Negociaciones entre VID y WDA para los 50 millones de metros cúbicos/año adicionales.
- 28 de abril de 2002: Firma del acuerdo para los 50 millones de metros cúbicos/año adicionales.
- 31 de octubre de 2002: Fecha efectiva (comienzo del término contractual de 25 años).
- 22 de enero de 2003: Cierre de la financiación.
- 22 de abril de 2003: Emisión de la Noticia de Proceder.
- Agosto-septiembre de 2005: Fecha de terminación de la sub-fase 1 (50.000.000 m³/año).
- Noviembre-diciembre de 2005: Fecha de terminación de la sub-fase 2 (100.000.000 m³/año).
- 20 de julio de 2027: Terminación del contrato (24 años y 11 meses desde la fecha efectiva).



Plan financiero

El contrato correspondiente a la planta de 100 millones de metros cúbicos/año fue firmado el 22 de enero de 2003. La deuda total del proyecto fue emitida localmente y está denominada en la divisa local israelí NIS. Los promotores del proyecto suscribieron una participación del 24% aproximadamente del capital, siendo el restante 76% de los fondos del proyecto emitidos como una deuda de recurso limitado a través de un acuerdo de financiación especial.

La duplicación de la capacidad de la planta complicó en cierta manera la búsqueda de la financiación, debido a que casi duplicó las necesidades financieras hasta los 800 millones de NIS, es decir, al equivalente de 165 millones de US\$. VID pudo aumentar la deuda del proyecto por encima del 60% mediante una emisión de bonos institucionales lanzada en octubre de 2002 y suscrita por más de 60 fondos de pensión y previsión. A ello contribuyó también el hecho de que esta deuda obtuvo la calificación AA por la entidad israelí de calificación *Maalot*. La financiación institucional comprendió dos líneas, una directa completamente desembolsada al tiempo de la licitación institucional, y la otra a ser desembolsada después del cierre financiero. En paralelo, el banco israelí Leumi suministró aproximadamente el 40% de la deuda del proyecto.

Las tres partes tienen términos similares, es decir, índice CPI con tasa de interés fija sobre 23 años –comparada con los términos del acuerdo BOT de 25 años– con una vida promedio de 14,5 años. Estas financiacines de importe elevado y largo vencimiento únicamente pueden lograrse de fuentes financieras locales.

Price Waterhouse Coopers asesoró a VID desde la preparación de la licitación hasta el cierre financiero, con Goren Capital Group actuando como asesor y coordinador israelí para la financiación institucional. La estructuración de la financiación mixta bancaria/institucional fue un desafío y un éxito, así como un “estreno” en el mercado financiero israelí por el extraordinariamente alto nivel de la financiación institucional en los limitados recursos de la planta.

Adicionalmente, se han previsto unas reservas de financiación, provistas por accionistas y prestadores, para cubrir costos imprevistos que rebasen durante el período de disponibilidad de las plantas (2,5 años), siendo canceladas al final del período de disponibilidad de la planta. Dichas reservas representan el 10% del total de las necesidades financieras.

Descripción general de la planta y del diseño de los sistemas

El proceso de desalación seleccionado para este proyecto es de ósmosis inversa de agua de mar (SWRO), el cual ha resultado ser la opción más factible desde los puntos de vista técnico y económico, basándose en las necesidades del proyecto y en los requisitos de la Comisión de Licitación.

El concepto básico para la construcción de la planta de 100 millones de metros cúbicos/año es disponer de dos plantas de 50 millones de metros cúbicos/año capaces de operar por separado e independientemente la una de la otra. La mayoría de los subsistemas son dobles (uno para cada planta de



Fig. 2. Vista aérea de la planta desaladora de agua de mar de Ashkelon (Israel), en fase de construcción.

50 millones de metros cúbicos/año), con la excepción de los sistemas de toma de agua de mar, el tratamiento posterior y la planta de potencia independiente. Estos sistemas son unificados para la planta total de 100 millones de metros cúbicos/año, pero fueron diseñados con el requerido exceso para servir a cada planta por separado.

El diseño de la planta ha sido establecido después de un exhaustivo análisis de los diferentes parámetros que puedan tener una influencia directa y/o indirecta en la viabilidad, fiabilidad y disponibilidad de la planta. Una breve descripción de los principales segmentos de la planta y sus cualidades claves se presentan más abajo. La figura 2 muestra una vista de la planta en fase de construcción.

Sistema de toma

Inicialmente se consideraron tres alternativas:

- Sub-sistema de toma abierta (sumergida).
- Sub-sistema de pozos de agua de mar.
- Punto de suministro de agua de mar de IEC (descarga de agua de refrigeración de la central eléctrica).

Dadas las dificultades del emplazamiento y las limitaciones hidrogeológicas, se ha seleccionado la alternativa de toma abierta (sumergida) como la más factible para este proyecto. Esta solución técnica es muy bien conocida y permite bombear el agua de mar con una calidad mejor que la de las otras alternativas consideradas. Entre los parámetros seleccionados en dicha decisión deben mencionarse los siguientes:

- Márgenes de seguridad en las relaciones de flujo de agua de alimentación.
- Tres tuberías en paralelo, aumentando de esta manera la disponibilidad y fiabilidad (asegurando que por lo menos el 67% de la planta queda operable, en caso de un fallo o detención de una de las tuberías).
- No-turbulencias en las relaciones de flujo.
- Tuberías de plástico de alta densidad, las cuales son de baja relación de mantenimiento, tienen una baja tendencia a los crecimientos biológicos, son de limpieza sencilla y no contienen materiales peligrosos para los elementos de las membranas.
- Sistema de pre-aviso por contaminación de hidrocarburos.

Estación de bombeo de la toma

Se ha previsto la instalación de bombas verticales, debido a:

- Satisfactoria experiencia de largo tiempo en esta opción ampliamente utilizada en tomas de agua de centrales eléctricas (grandes caudales de agua/pequeña altura de impulsión).
- Se logran eficiencias grandes (bombas y motores).
- Bajos desembolsos de capital y operación, directamente relacionados con la economía de escala, también reflejados en los componentes auxiliares (controles, equipos eléctricos, tuberías, cabezales, etc.).
- Alta flexibilidad en el modo de operación, permitiendo una rápida y fácil activación (o desactivación).

Interconexión y mezcladores estáticos

El diseño contempla dos líneas paralelas de conexión entre la estación de bombeo de la toma y la sección de tratamiento previo de la planta. Esta opción aumenta la disponibilidad y fiabilidad de la planta (asegurando que por lo menos un 50 % de la planta permanezca operativo en caso de fallo de una de las tuberías o mezcladores estáticos).

Dosificación de productos químicos (tratamiento previo)

Se ha optado por una redundancia total para cada estación de dosificación. Cada bomba es suministrada con un equipo de ajuste de la relación de caudal a la planta acorde a sus necesidades temporales reales. Todas las bombas de dosificación tienen un extenso historial de operación en aplicaciones similares.

Filtros de doble media por gravedad

La planta incorpora filtros por gravedad que contienen grava, arena de cuarzo y antracita. Las cualidades principales de esta opción son:

- Gran eficiencia en el filtrado.
- Baja velocidad media en el filtrado, aproximadamente 50 % del máximo permitido.
- Sistema de distribución que previene obstrucciones, cortocircuitos y canalizaciones.
- Bajo consumo de energía.
- Lavado en contracorriente automático sin interrumpir la operación de la planta.
- Capacidad de filtración de repuesto: reserva total del 33,3%.

Debe significarse que los principios fundamentales del diseño y modos de operación de los filtros han sido probados y controlados, incluyendo la capacidad del sistema para manipular grandes turbiedades (inducidas por tormentas).

Filtros micrónicos (cartuchos)

Se ha planeado la instalación de una batería de filtros, agrupados en dos ramas paralelas. Las cualidades principales de esta opción son:

- Gran eficiencia en el filtrado.
- Baja relación media en el filtrado.
- Sistema de distribución que previene obstrucciones, cortocircuitos y canalizaciones.
- Bajo consumo de energía.
- "Filtros de repuesto" (reserva) del 40 %.



Fig. 3. Estación de bombeo de agua de mar de alimentación.



Fig. 4. Galería de bombas y tuberías del sistema de pre-tratamiento.



Fig. 5. Bombas de alta presión.



Fig. 6. Sistema de recuperación de energía.

Bombas de alta presión/aparatos de recuperación de energía (ERD)

Se ha optado por la instalación de bombas de alta presión y acoplamientos de ERD del tipo Intercambiador de Energía de Recuperación por Trabajo Doble (DWEER). Los componentes de alta presión y recuperación de energía pueden ser operados independientemente, aumentando de esta manera el número de alternativas de los modos de operación del sistema.

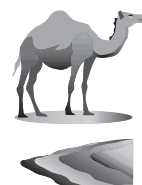




Fig. 7. Vista interior de uno de los edificios de membranas.

Las cualidades principales de esta opción son:

- Disponibilidad y fiabilidad de la planta.
- Se logran grandes eficiencias.
- Bajos desembolsos de capital y operación, directamente relacionados con la economía de escala, también reflejados en los componentes auxiliares (controles, equipos eléctricos, tuberías, cabezales, etc.).
- Eficiencias mejoradas de las bombas y motores.
- Alta flexibilidad en el modo de operación, permitiendo una rápida y fácil activación (o desactivación).
- Historial de satisfactoria experiencia con este tipo de equipos.

Sistemas de desalación SWRO y remoción de Boro

El diseño del sistema de ósmosis inversa adoptado para el proyecto comprende etapas múltiples de RO, implementando el proceso para la remoción de iones de Boro del agua desalada, cada uno operando en el punto de diseño óptimo.

Las etapas múltiples de RO propuestas para la desalación y remoción de iones de Boro tienen las siguientes cualidades:

- Alta eficiencia de remoción y relación producto/agua de alimentación para el sistema de remoción de Boro. El sistema puede lograr una eficiencia de remoción de Boro de más del 92%, como se requiere.
- Bajo consumo específico de potencia.
- Bajo consumo de productos químicos.
- Bajos desembolsos de capital y operación para lograr bajo contenido en el producto de Boro y sólidos totales disueltos (TDS).
- El sistema de remoción de Boro es flexible y fácilmente ajustable a cambios en la temperatura del agua de alimentación.
- Baja tendencia a ensuciar las membranas.
- Si es necesario, la misma configuración puede producir mayores cantidades de permeado. Esto se logra aumentando el flujo a través de los elementos de las membranas, todavía bajo los límites de las recomendaciones del fabricante.

Tratamiento posterior

Mientras que los niveles finales de Boro se logran por el proceso de múltiples etapas de membranas, el tratamiento posterior logra principalmente rehacer la dureza del permeado, llevando la calidad del agua a los niveles requeridos en la es-



Fig. 8. Sistema de post-tratamiento.

pecificación técnica de la licitación. El tratamiento posterior ofrecido incorpora un tratamiento con piedra caliza (y, opcionalmente, dosificación de sosa cáustica). Esta aproximación, basada en pruebas piloto severas y la experiencia obtenida en proyectos similares, logra los más bajos costos de capital y de operación.

Auxiliares

Los sistemas y equipos "auxiliares" comprenden los sistemas de limpieza y los sistemas de lavado y relleno de agua a los trenes de membrana. Se ha previsto una bomba Diesel para el lavado para el caso de fallo en el suministro eléctrico.

Suministro de energía

La energía eléctrica para el proyecto será suministrada por dos fuentes independientes:

- Un sistema de suministro de energía propio que será construido como parte del proyecto, adyacente a la planta de desalación.
- Una línea aérea de 161 kV desde la red de la Compañía Eléctrica de Israel.

Esta estructura contribuye a la alta fiabilidad del proyecto y aumenta su disponibilidad. Desde el punto de vista operacional, el sistema de desalación funcionará la mayoría del tiempo en una "carga base" continua, evitando de esta manera los cambios frecuentes (diarios) en el modo de operación.

El sistema de suministro de energía propio será alimentado con gas natural (se espera que estará disponible en el emplazamiento en el plazo de dos años) y deberá estar disponible al comienzo de la operación comercial completa de la planta VID. Se prevén un mínimo de molestias ambientales y bajos costos de electricidad.

Otros

Adicionalmente a las cualidades claves y beneficios mencionados más arriba, la planta incluye materiales de construcción de alta calidad, equipos independientes y de reserva, estandarización de los equipos que contribuyen a la alta fiabilidad y disponibilidad anual de la planta. La realización de la instrumentación, controles, alarmas, procedimientos de pruebas, etc. es también parte de la política de aseguramiento de calidad a ser adoptada a los efectos de garantizar los más altos estándares de seguridad y fiabilidad de la planta.



Fig. 9. Planta desaladora de agua de mar de Ashkelon (Israel). Vista artística.

Estructura Contractual

La estructura contractual del proyecto ha sido diseñada con el objetivo de asignar los diferentes riesgos a aquellas de las partes contractuales que son las mejor cualificadas para manejarlos y controlarlos. Más abajo se describen los diferentes contratos principales bajo los cuales se dirige el proyecto. Los diferentes contratos se hallan sometidos a las leyes de Israel.

Contrato de Ingeniería, Procuración y Construcción “Contrato EPC”

Las partes del contrato EPC son: (I) VID Desalination Company Limited (como el vendedor), y (II) OTID, un consorcio 50%/50% compuesto por IDE y OTV, que juntos son el “Contratista” o el “Contratista EPC”.

El contrato EPC es del tipo llave en mano. El contratista EPC es responsable del desarrollo, ingeniería, diseño, construcción, fabricación, compra, inspección, suministro, transporte y pruebas de la planta desaladora de agua para lograr los criterios de prestaciones por una suma global y de acuerdo con una fecha final conforme al programa de construcción.

El contratista EPC llegará a la terminación de la construcción en la fecha establecida en el acuerdo BOT, dentro de los 30 meses después de la emisión de la “Notice to Proceed”, que permite al vendedor cumplir con sus obligaciones bajo el acuerdo BOT. Las prestaciones a cargo del contratista EPC se corresponden también con las establecidas en el contrato de BOT, permitiendo ello por tanto al vendedor cumplir con sus obligaciones bajo este último contrato-acuerdo.

Acuerdo de Operación y Mantenimiento (“O&M”)

Las partes son: (I) VID Desalination Company Limited (como el vendedor), y (II) la compañía O&M, la cual esta formada por:

- Veolia Water S.A. (representada por sus afiliadas GdE y OTV): 49,5%.
- IDE Technologies Ltd: 40,5%.
- Elran D.D. Infrastructures Ltd: 10%.

En conjunto conocidas como el “Operador O&M”

El alcance de los trabajos de la compañía O&M incluye:

- Operación y mantenimiento de la planta de desalación, excepto el suministro de energía.
- Suministro de agua con la calidad garantizada de agua tratada al punto de suministro de acuerdo con las provisiones del acuerdo BOT.

- Los trabajos de operación previa incluyen:
 - Revisión y Aprobación del diseño EPC y procesos, el equipo de EPC y los contratos con los suministradores de equipos.
 - Participación en las pruebas de funcionamiento, terminación y entrega.
 - Provisión de personal para ser entrenado por el EPC.
 - Escritura del manual O&M bajo la supervisión de EPC.

Acuerdo de compra de potencia independiente (“IPP”)

Las partes son: (I) VID Desalination Company Limited (como el vendedor), y (II) el desarrollador IPP, el cual es Mishor Rotem-Delek Energy Limited Partnership (“MRD”).

MRD financia, diseña, suministra, monta, entrega, opera y mantiene la central de generación eléctrica y suministra toda su producción neta, a su propio costo. La central está ubicada en el propio emplazamiento de la planta desaladora.

Estructura del precio del agua

El precio del agua tratada está cerrado financieramente a 52,7 US¢/m³. La tarifa del agua está compuesta por el componente fijo (para cubrir los gastos de capital, costos fijos de O&M y parte de los beneficios) y los componentes variables (para cubrir los costos de energía, costos variables de O&M, membranas y costos de productos químicos y también parte de los beneficios). El índice de cada componente es el siguiente:

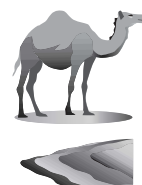
- Componentes variables: índice de acuerdo a los precios de aceite y electricidad y CPI (USD y NIS).
- Componentes fijos: índice de acuerdo a NIS (mínimo 33%), USD, Euro y Yen.

Conclusiones

Los resultados de la licitación para la planta desaladora de 100 millones de metros cúbicos/año al sur de Israel (Ashkelon) indican que la estructura de BOT permite alcanzar los costos más bajos de desalación de agua de mar. La estructura de una financiación mixta bancaria/institucional fue un desafío y un éxito y un “estreno” en el mercado financiero israelí por el extraordinariamente alto nivel de la financiación institucional en los limitados recursos de la planta.

El éxito obtenido en la financiación de Ashkelon envía una señal positiva en lo que concierne a los próximos proyectos de desalación israelíes. El esbozo del plan nacional tiene la intención de alcanzar un volumen de 400.000.000 m³/año de agua desalada en 2005 y un volumen de 750.000.000 m³/año en 2020, la mayoría para consumo urbano. No hay duda de que el programa de desalación aumentará las cantidades de agua, mitigará los problemas ambientales y mejorará la calidad del agua suministrada a través de operaciones de mezclado. □

Fredi Lokiec y Gustavo Kronenberg
IDE Technologies Ltd.



Nota
Fotos por cortesía de la Comisión Israelí del Agua.