

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO



CHILE

**PLANTA DESALINIZADORA DE ANTOFAGASTA
(CH-0171)**

INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

John Binkley, Raúl Sánchez Fernández-Bernal, Esteban Sarzosa, Robert Montgomery, Ernesto Monter
y Ecology and Environment (E&E) como consultores ambientales y sociales

Julio 2003

I. INTRODUCCIÓN

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- A. UBICACIÓN
- B. COMPONENTES E INSTALACIONES DEL PROYECTO
- C. MANO DE OBRA
- D. CALENDARIO DE ACTIVIDADES Y COSTOS DEL PROYECTO
- D. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

III. MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL

- A. MARCO INSTITUCIONAL
- B. MARCO LEGAL
- C. CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO

IV. CONDICIONES AMBIENTALES Y SOCIALES

- A. CONDICIONES AMBIENTALES
- B. CONDICIONES SOCIALES

V. IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

- A. FASE DE CONSTRUCCIÓN
- B. FASE DE OPERACIÓN
- C. IMPACTOS POSITIVOS

VI. MANEJO AMBIENTAL, SOCIAL Y DE SEGURIDAD E HIGIENE

- A. MEDIDAS DE MITIGACIÓN
- B. PROGRAMAS DE MONITOREO
- C. ADMINISTRACION AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD E HIGIENE
- D. GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL

VII. DIVULGACIÓN DE INFORMACIÓN Y CONSULTA PUBLICA

VIII. RECOMENDACIONES

FIGURAS

ANEXOS

I. INTRODUCCIÓN

- 1.1 En mayo del 2000, el Gobierno de Chile, a través de la Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta, S.A. (ESSAN S.A.), empresa pública responsable de gestionar el servicio de agua potable en la ciudad de Antofagasta, dio inicio al proceso de licitación internacional para que empresas interesadas presentaran ofertas para el diseño, construcción y operación de una planta desalinizadora de agua de mar operando mediante la tecnología de osmosis inversa. Dos compañías y un consorcio presentaron ofertas, adjudicándose el contrato a la empresa que presentó el menor precio de producción de agua por metro cúbico. La licitación fue adjudicada el 17 de octubre del 2000 al Consorcio español Desalant S.A. (Desalant) a través de un contrato de construcción, operación y transferencia (*Build-Operate-Transfer - BOT*) por un periodo de 20 años y un valor de 30 millones de dólares. El Consorcio Desalant está integrado por el grupo español Obrascón Huarte Lain (OHL) a través de la subsidiaria Inima, Servicios Europeos de Medio Ambiente S.A. (Inima). La construcción del Proyecto finalizó en enero del 2003 y después de un periodo de pruebas, la planta potabilizadora entró en operación en marzo del 2003.
- 1.2 El Proyecto consiste en el diseño, construcción, suministro, montaje de equipos y operación de una planta desalinizadora de agua de mar de tecnología de osmosis inversa de 150 litros por segundo (lps) de capacidad (el "Proyecto"). La producción de agua potable está destinada para satisfacer el incremento de la demanda de la población de la ciudad de Antofagasta. La tecnología empleada permitirá reemplazar las fuentes de agua proveniente de los Andes, liberando estas aguas, sobre las que ESSAN tiene derechos de explotación por 900 lps. La liberación de aguas de la cordillera permitirá su eventual venta y posterior utilización en la minería.
- 1.3 OHL es la sexta empresa de construcción más grande en España y es propietario del 100% de las acciones de Inima. Inima, es un grupo empresarial que se crea a través de un proceso de integración de importantes empresas medioambientales. Inima cuenta con la certificación de calidad ISO 9001 y medioambiental ISO 14001. INIMA tiene una gran experiencia en el diseño, construcción y operación de plantas desalinizadoras de agua de mar en España. En Chile, Inima ha diseñado más de 25 plantas de tratamiento de agua.
- 1.4 Desalant ha solicitado al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) financiamiento para la ejecución el Proyecto. El costo total del Proyecto y de una primera expansión es de aproximadamente 52.5 millones de dólares. El Banco analiza la posibilidad de financiar el Proyecto por medio de un préstamo A que no excederá de US\$ 7 millones y un préstamo B no mayor de US\$ 13.5 millones.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A. Ubicación

- 2.1 El Proyecto se localiza en la II Región de Antofagasta, en el denominado Norte Grande de Chile, en la provincia de Antofagasta y en la ciudad y el Municipio del mismo nombre (ver Figura 1). El terreno donde se localiza el Proyecto abarca 4.15 Ha y se ubica en la zona denominada Caleta La Chimba, junto a la isla Guamán, al norte de la ciudad de Antofagasta.
- 2.2 Al Proyecto se accede directamente desde la ciudad de Antofagasta por la Ruta I y por la desviación que comunica la Caleta La Chimba. La tubería de impulsión recorrerá 12 kilómetros

(km) desde la planta desalinizadora hasta los tanques de almacenamiento de ESSAN (Estanques SENDOS) utilizados para la distribución de agua potable de la ciudad de Antofagasta. La tubería de impulsión es enterrada y se ha construido bajo vialidad existente en el sector norte de la ciudad. La ruta de la tubería de impulsión parte de la planta desalinizadora por la calle de acceso, cruza la Ruta 1 y sigue al sur por la Avenida Pedro Aguirre Cerda, calles Montegrande, Azapa, Pisagua, Sarmiento, Cristóbal Colón y Rómulo Peña hasta los Estanques SENDOS.

B. Componentes e Instalaciones del Proyecto

- 2.3 El Proyecto a financiar por el Banco consiste en la construcción de una planta desalinizadora de 150 lps de producción. Las obras que considera el Proyecto son:
- Sistema de captación de agua de mar y estación de bombeo;
 - Planta Desalinizadora;
 - Sistema de descarga del efluente;
 - Sistema de impulsión y conducción a estanque de distribución; y
 - Acondicionamiento de estanque de distribución (SENDOS).
- 2.4 La Planta está planificada modularmente de manera que pueda aumentar gradualmente su producción en función de la demanda, desde los 150 lps del Proyecto base, hasta 600 lps después de tres ampliaciones (300, 450 y 600 lps). De esta manera, el Proyecto generará un total de 13.000 metros cúbicos por día ($m^3/día$), con la opción de incrementar su producción en tres fases, según se detalla en el cuadro siguiente:

Fase	l/s	$m^3/día$	m^3/mes	$M^3/año$
Primera Etapa	150	13.000	394.200	4.730.400
Ampliación 1	300	26.000	788.400	9.460.800
Ampliación 2	450	39.000	1.182.600	14.191.200
Ampliación 3	600	52.000	1.576.800	18.921.600

- 2.5 Las obras civiles, incluyendo aducción, emisario, impulsión, y tubería están dimensionadas para atender la capacidad proyectada de la planta, mientras que los equipos y componentes electromecánicos se instalarán de acuerdo a cada ampliación. La construcción del Proyecto involucró el movimiento de más de 94 mil metros cúbicos de material en el sitio de las obras. Una vez construida la obra civil, se instalaron las turbinas, filtros, colectores y tuberías de aspiración, líneas de osmosis inversa, sistema de limpieza de membranas y el depósito de agua desalada de 1,100 metros cúbicos (m^3) de capacidad.
- 2.6 *Sistema de captación de agua de mar y estación de bombeo.* La captación del agua de mar se realiza a través de las obras de aducción y constituye el inicio del proceso productivo de agua potable. La captación de agua de mar se lleva a cabo mediante toma abierta por medio de un ducto submarino de aproximadamente 400 metros de longitud y 1600 milímetros (mm) de diámetro, diseñado para una capacidad de producción de 600 l/s ($52.000 m^3/día$). El ducto está conectado en el extremo del mar a una torreta de hormigón para tomar el agua a una altura media, y por el otro extremo a unos canales de desbaste que desembocan en la cámara de aspiración de bombas, de donde se bombeará directamente al filtro de arena.
- 2.7 Planta Desalinizadora. El proceso de desalinización incluye las siguientes etapas:
- Oxidación: Adición de hipoclorito de sodio en la captación de agua de mar y/o en el colector de impulsión de agua de mar a la instalación de desalación ($106 g/m^3$). El propósito es reducir

la materia orgánica existente, evitar el crecimiento de la misma y oxidar los posibles metales pesados presentes en el agua cruda.

- Acidificación: Adición de ácido sulfúrico (127.9 g/m^3) al agua cruda para corregir su potencial hidrógeno (pH) incrementado el contenido de dióxido de carbono (CO_2) y reduciendo el contenido en bicarbonatos. El propósito es evitar que se almacenen concentraciones elevadas de carbonatos en el circuito de salmuera de rechazo, que pudieran precipitar en las membranas de osmosis inversa. Además permite incrementar el contenido de CO_2 en el agua producida.
- Coagulación y Floculación: Adición de cloruro férrico (30.8 g/m^3) para efectuar la desestabilización de coloides, sólidos suspendidos y posibles compuestos de metales pesados presentes en el agua de mar para su floculación y posterior retención en los filtros de arena.
- Filtración: Eliminación de los flóculos formados por la adición del coagulante y de los posibles compuestos metálicos precipitados. El agua de mar se filtra a través de filtros a presión con lecho de arena. El proceso de filtrado tendrá sistemas de limpieza.
- Dosificación de Anti-incrustante: Adición de anti-incrustantes (1.7 g/m^3) con el fin de evitar la precipitación en las membranas de todos aquellos compuestos presentes en el concentrado que puedan superar su producto de solubilidad.
- Dosificación de metasulfito sódico: Adición de metasulfito sódico (3.8 g/m^3) con el objeto de reducir el oxidante libre residual presente en el agua de mar antes de su alimentación a las membranas, dada la escasa tolerancia de las membranas a los oxidantes.
- Filtración por cartuchos: Consiste en hacer pasar el agua por filtros que retienen los coloides y sólidos en suspensión presentes en el agua filtrada procedentes de los filtros de arena.
- Osmosis Inversa. Aplicación de presión a la solución con la concentración mas elevada de sales, forzando un caudal inverso a través de una membrana semipermeable y mediante:
 - Bombeo de alta presión para presurizar el agua de mar a la entrada del proceso de osmosis.
 - Línea de osmosis inversa. Las líneas están constituidas por vasos de presión con membranas permeables arreglados a una configuración específica. Las características específicas son: 2 bastidores por fase, 3 subbastidores por línea; $2.167 \text{ m}^3/\text{día}$ de caudal neto de agua osmotizada por subbastidor, $6.500 \text{ m}^3/\text{día}$ de caudal neto de agua osmotizada por línea o bastidor y membranas tipo Poliamida.
 - Sistema de Limpieza de Membranas: Consiste en el sistema para reparar el ensuciamiento de membranas o para la realización de arrastre de deposición parcial en las membranas. La capacidad del depósito será tal que se disponga de capacidad suficientes para el lavado simultáneo de todos los tubos de presión de un subastidor de $2.167 \text{ m}^3/\text{día}$. El lavado de las membranas se realiza utilizando detergentes biodegradables, las limpiezas se estiman en 4 lavados anuales.
- Potabilización del Agua. Se efectuará mediante la dosificación de productos químicos antes y después del depósito de almacenamiento ubicados en la planta desalinizadora.

2.8 El permeado de salida de los módulos de Osmosis Inversa, se almacenará en un depósito de $1,100 \text{ m}^3$ de capacidad. Del estanque de $1,100 \text{ m}^3$ se impulsará el agua potable hasta el depósito de distribución SENDOS 1, mediante el sistema de bombas de elevación. Teniendo en cuenta las dosificaciones, se ha previsto la instalación de un depósito auxiliar con 50 m^3 de capacidad para almacenar el agua requerida para las limpiezas de los módulos de osmosis inversa con agua osmotizada pura.

2.9 Se generará salmuera como desecho del proceso de desalación. La salmuera de rechazo se descargará por gravedad a través de un emisario de $1,200 \text{ mm}$ de diámetro y 342 metros de

longitud ubicado perpendicular a la línea de playa frente a la planta en la zona de La Chimba. La salmuera se evacuará concentrada en un 50% y sin incremento de temperatura.

- 2.10 El agua distribuida por los servicios públicos de agua potable debe cumplir con los requisitos bacteriológicos, de desinfección, físicos, químicos y radiactivos establecidos en la Norma Chilena NCh 409 Of.84, y su control debe realizarse conforme a los procedimientos de inspección y muestreo detallados en esta misma norma (Ver Tabla 1). Para que el agua distribuida por un servicio sea considerada potable desde el punto de vista bacteriológico, la norma exige el cumplimiento simultáneo de los siguientes requisitos: (1) sólo un 10% de todas las muestras analizadas en el mes puede indicar presencia de gérmenes del grupo coliforme; y (2) de todas las muestras analizadas en el mes sólo un 5% puede indicar la presencia de gérmenes del grupo coliforme en una concentración igual o superior a 5 gérmenes por 100ml. La concentración mínima de cloro libre debe ser de 0,2 mg/l en cualquier punto de la red y como tolerancia, la norma admite que del total de muestras analizadas en el mes un número menor o igual al 20% puede tener una concentración residual inferior al mínimo de 0,2 mg/l, pero solamente un 5% de ellas puede tener una concentración residual de 0,0 mg/l. La norma también establece requisitos, como límites máximos, para cuatro parámetros físicos: turbiedad, color, olor y sabor. Asimismo, la calidad del agua cumplirá con las exigencias de calidad impuestas por ESSAN en los punto 3 de la Circular Aclaratoria N°1 y de la Circular Aclaratoria N°2 de la Etapa de Licitación del Proyecto. Los valores que se deben cumplir se presentan en las Tabla 2.
- 2.11 Durante la operación, el servicio de salud de Antofagasta verificará el cumplimiento de los límites bacteriológicos, de desinfección, físicos y químicos establecidos en la NCh 409 Of.84. El monitoreo varía en función del parámetro exigido (i.e. bacteriológicos, de desinfección, físicos y químicos), así como de la población abastecida de conformidad con lo establecido en la norma (Ver Tabla 1). Asimismo, Desalant realizará un monitoreo del agua producida, que incluirá el análisis diario de pH, temperatura, conductividad/salinidad, amoníaco, cloro residual, coliformes totales y fecales. Mensualmente se realizará el análisis de organolépticos, físico-químicos, relativos a sustancias no deseables tales como nitritos y nitratos, microbiológicos y de agente desinfectante. Asimismo bimestralmente se realizará un análisis completo.

C. Mano de Obra

- 2.12 La operación de la Planta inició en marzo del 2003 y requiere de aproximadamente 30 personas, entre gerentes, técnicos y personal administrativo. Durante la etapa de mayor actividad, la construcción del Proyecto involucró alrededor de 200 trabajadores, incluyendo trabajadores de OHL, contratistas de obras civiles, contratistas eléctricos, estructurales y personal responsable de la construcción de la impulsión.

D. Calendario de Actividades y Costo del Proyecto

- 2.13 La vida útil del Proyecto es de 20 años. La construcción del Proyecto finalizó en enero del 2003. La planta entró en operación en marzo del 2003 después de un periodo de pruebas. La operación de la Planta entre los años 2003 al 2022 estará a cargo del Consorcio Desalant, de acuerdo al contrato de concesión entre ESSAN y Desalant. Dado que ESSAN pretende liberar lo antes posible sus fuentes de agua de la cordillera, espera instruir a Desalant para que ejecute la ampliación de la planta a su máxima capacidad de diseño (600 lps) para el año 2008. El monto de la inversión del Proyecto es de \$52.5 millones de dólares.

E. Análisis de Alternativas del Proyecto

- 2.14 Las tecnologías más empleadas a escala mundial para la desalación de agua de mar son: (i) Evaporación Instantánea por Multietapa (M.S.F), cuya participación es de 48,1% de la capacidad total instalada; (ii) Osmosis Inversa (O.I), cuya participación es del 35,9% de la capacidad total instalada; (iii) Evaporación por Multiefecto en tubos horizontales (M.E.D), cuya participación es del 4% de la capacidad total instalada; y (iv) Compresión Mecánica de Vapor (M.V.C), cuya participación es del 3,5% de la capacidad total instalada.
- 2.15 El Consorcio ejecutor del Proyecto seleccionó el proceso de osmosis inversa debido a su experiencia con esta tecnología y las ventajas que presenta tanto desde el punto de vista tecnológico en la producción como de la protección medioambiental. Entre las ventajas más relevantes se incluyen: la calidad del agua potable; producción total de agua potable; seguridad en la continuidad del servicio; seguridad de obtener los estándares de calidad; flexibilidad frente a ampliaciones futuras; consumo específico de energía eléctrica; alternativas para la disposición final de la salmuera de rechazo; y compatibilidad con el entorno urbano.
- 2.16 Durante la evaluación de alternativas para la selección del Proyecto se consideró la posibilidad de construir la planta en las actuales instalaciones que ocupa la empresa de tratamiento de agua Bywater, localizada al sur de Antofagasta. Esta ubicación fue descartada debido a la cercanía al emisario de descarga de aguas residuales, que generaba el riesgo de incorporar agua contaminada a los sistemas de desalinización. La localización del Proyecto en la ciudad generaba el riesgo de contaminación del agua de mar por las actividades portuarias en Antofagasta. Finalmente se seleccionó la ubicación la Planta Desalinizadora en las afueras de Antofagasta lejos de actividades de navegación, comerciales y recreativas para reducir el riesgo de afectación de la calidad del agua de mar frente a posibles eventos de contaminación por hidrocarburos y de captación de las aguas evacuadas por el emisario marino de Bywater.

III. MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL

A. Marco Institucional

Sector de Aplicación

- 3.1 La Superintendencia de Servicios Sanitarios es el ente regulador y fiscalizador del sector. Este organismo es una entidad descentralizada dotada de personalidad jurídica y patrimonio propio, sujeta a la vigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio de Obras Públicas.
- 3.2 Al Ministerio de Obras Públicas le corresponde la administración de la legislación en materia de recursos hídricos, la asignación de los derechos de agua y la aprobación de los derechos de concesión para establecer, construir y explotar servicios sanitarios.
- 3.3 El Ministerio de Salud vigila la calidad del agua en los servicios sanitarios que no están bajo la jurisdicción de la Superintendencia (que no son servicios públicos sanitarios) y oficializa las normas de calidad estudiadas bajo las disposiciones del Instituto Nacional de Normalización.
- 3.4 La Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta S.A. (ESSAN) es una sociedad anónima con capital social perteneciente 100% al Estado de Chile. ESSAN es concesionaria exclusiva de los servicios sanitarios de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de

aguas servidas en las ciudades de Antofagasta, Mejillones, Tocopilla, en los términos y condiciones establecidas en sus respectivos decretos de concesión.

- 3.5 La Dirección General del Territorio Marítimo es un organismo dependiente de la Armada de Chile. Constituye el organismo de la Armada mediante el cual el Estado vigila el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales para la protección de la vida humana en el mar, el medio ambiente, los recursos naturales y las actividades que se desarrollan en el ámbito acuático de su jurisdicción. Entre sus principales funciones se cuentan las siguientes ejercer la fiscalización y control de las playas y de los terrenos fiscales de playas colindantes con éstas en el mar.

Medio Ambiente

- 3.6 La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), creada por la Ley No 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), es la institución del Estado que tiene como misión promover la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo y coordinar las acciones derivadas de las políticas y estrategias definidas por el gobierno en materia ambiental. CONAMA es un Servicio Público, funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la vigilancia del Presidente de la República y con una función coordinadora de la gestión ambiental de los distintos Servicios Públicos. Los órganos de la CONAMA son un Consejo Directivo presidido por el Ministro Secretario General de la Presidencia y compuesto por 13 Ministros, la Dirección Ejecutiva, el Consejo Consultivo, y las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMA). Las funciones de CONAMA incluyen la administración del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- 3.7 Las COREMAs están integradas por el Intendente de cada Región, quien las preside, por los Gobernadores de la región, por los Secretarios Regionales Ministeriales de los ministerios a que se refiere el Artículo 71 de la LBGMA, por cuatro Consejeros Regionales elegidos por el respectivo Consejo en una sola votación, y por el Director Regional de la CONAMA, quien actúa como secretario.

Salud y Seguridad

- 3.8 La Dirección Regional del Servicio de Salud, a través del Departamento de Salud del Ambiente es la institución directamente relacionada con materias de salud ocupacional y seguridad industrial de acuerdo al Código Sanitario y al Decreto Supremo N°263/86 “Reglamento de Sanidad Marítima, Aérea y de las Fronteras”. Esta organización es responsable de aprobar los planes para la planta de tratamiento de agua potable, la planta de tratamiento de aguas servidas y la disposición de residuos.
- 3.9 La legislación en Chile requiere que las empresas se incorporen a Mutuales de Seguridad. Las mutuales realizan inspecciones a las instalaciones de trabajo y asesoran a sus miembros sobre temas sanitarios y de seguridad así como capacitación. Las cuotas que se pagan a las mutuales de seguridad reflejan el registro sanitario y de seguridad de la empresa.

B. Marco Legal

Medio Ambiente

- 3.10 El marco legal ambiental del Proyecto está constituido por toda la legislación ambiental vigente en Chile, cuyo cuerpo coordinador es la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

de 1994, la cual posee entre sus instrumentos de gestión ambiental el “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental” (SEIA), que es regulado por el Reglamento del SEIA (Decreto Supremo N°30 de 1997). De acuerdo con el artículo 10° de la Ley 19.300 y el artículo 3° del Reglamento del SEIA, deben someterse a dicho sistema de evaluación los *“Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos”*.

- 3.11 Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y/o Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) son presentadas a CONAMA o COREMA según sea apropiado. La aprobación de los proyectos sometidos al SEIA corresponde a COREMA, previo informe emitido por el Comité Técnico conformado por aquellos Servicios Públicos con injerencia en el ámbito del Proyecto. COREMA puede rechazar un proyecto que cumpla con las normas, si a su juicio no es consistente con las políticas de desarrollo regional, pero no puede aprobar un proyecto que no cumpla con la legislación vigente. Si se aprueba el proyecto, COREMA emite una resolución de calificación ambiental. La realización de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se hizo necesaria para este Proyecto, y por lo tanto, se sometió al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- 3.12 El Proyecto se rige por la normatividad emitida por diversas instituciones y Ministerios en Chile. Las normas más relevantes aplicables al Proyecto incluyen:
- Norma Chilena Oficial 409/Of.84 para agua potable que regula las características del agua producida;
 - Oficio Ordinario N°12.600/322/VRS de la dirección General del Territorio Marítimo y de la Marina Mercante e la Armada de Chile de 1994 que establece los Límites Máximos de Emisión de Descargas de Aguas domésticas e Industriales al Mar;
 - Ley General de Pesca y Agricultura, cuyo texto fue fijado por D.S. N°430, de 28.09.91, del Ministerio de Economía Fomento y Reconstitución y que establece sanciones para el que introdujere o mandare introducir en el mar, ríos, lagos o cursos de aguas, agentes contaminantes que causen daños a los recursos hidrobiológicos, sin previa neutralización.
 - Decreto Supremo N°90 – 2001 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile.
 - Título IX del Decreto Ley N°2.222 de 1978 o Ley de Navegación, prohíbe arrojar lastre, escombros o basuras y derramar petróleo, aguas de relave de minerales u otras materias nocivas, que ocasiones o puedan ocasionar daños o perjuicios a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional y en puertos, ríos y lagos.
 - Decreto Supremo N°1 de 1992 que establece el Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática y sus modificaciones, Decreto Supremo N°840 de 1993, Decreto Supremo N°841 de 1993 y su Decreto Supremo N°820 de 1993 todos del Ministerio de Defensa que establece el régimen de prevención, vigilancia y combate de la contaminación en las aguas de mar, puertos, ríos y lagos sometidos a la jurisdicción nacional.
 - D.S. N°295 y N°296 del Ministerio de Relaciones Exteriores de 1986, Convenio para prevención de la contaminación y la protección del medio ambiente y la zona costera del Pacífico Sudeste.
 - Decreto Supremo N°476 del Ministerio de Relaciones Exteriores de 1977 que promulga el Convenio sobre la Prevención de la contaminación del Mar por Vertido de Desechos y otras Materias que regula el control efectivo de las fuentes de contaminación del medio marino, comprometiéndose las partes contratantes a adoptar todas las medidas posibles

para evitar el vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro para la salud humana, dañar los recursos biológicos y la vida marina, reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar.

- 3.13 La Planta Desaladora requiere del otorgamiento de una concesión marítima sobre un sector de terreno de playa, playa y de fondo de mar, para amparar la instalación de la tubería de aducción de agua de mar, la estación de bombeo y emisario para la descarga de salmuera de desecho.
- 3.14 El “Plan Regulador Comunal de la Ciudad de Antofagasta y Ordenanza Local” establece las normas referentes al límite urbano, zonificación, uso del suelo, condiciones de subdivisión predial, de edificación, de urbanización y vialidad para el territorio.
- 3.15 El D.N. N°475 de 1994 del Ministerio de Defensa Nacional establece la Política Nacional de Uso del Borde Costero. El decreto tiene como objetivos fundamentales fomentar la protección y conservación del medio ambiente marítimo, compatibilizar las múltiples actividades que se realizan en el borde costero y proponer los usos preferentes en dicha zona. Para estos efectos, la Subsecretaría de Marina ha impulsado medidas tendientes a administrar adecuadamente estos espacios, entre ellas la creación de las comisiones nacionales de borde costero.
- 3.16 Los aspectos de salud ocupacional y seguridad industrial del Proyecto contemplados en la legislación chilena vigente sobre la materia, incluyen:
 - Ley 16.744, sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales y sus decretos reglamentarios.
 - Decreto Supremo N°745, “Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales mínimas en los lugares de trabajo”. Este reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica para aquellas faenas que requieren condiciones especiales. Cubre la provisión de servicios sanitarios temporarios durante la operación, restricciones sobre descargas a colectoras, prohíbe descargas al medio ambiente sin tratamiento previo; el buen funcionamiento de maquinarias, instalaciones, herramientas y equipos para evitar daño a las personas; protección de todas las partes móviles; y la proporción a sus trabajadores, libres de costo, los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir.
 - Decreto con Fuerza de Ley N°725, “Código Sanitario”. Esta regulación establece las condiciones generales para el lugar de trabajo en relación con la salud. El artículo 91 incluye la autorización para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros. El artículo 92 abarca la autorización sanitaria para la evacuación de aguas servidas, mientras que el artículo 95 requiere la elaboración de un Informe Sanitario sobre los efectos que puede ocasionar en el ambiente previo a otorgar de la patente definitiva por parte de la Municipalidad.
 - Decreto Supremo N°263/86 “Reglamento de sanidad marítima, aérea y de las fronteras”. Este reglamento tienen por objeto establecer las condiciones sanitarias mínimas que deben adoptarse en puertos, aeropuertos y puestos fronterizos. Los puertos deben contar con fuentes de abastecimiento de agua potable y de alimentos aptos para el consumo humano y de un sistema adecuado para la remoción y eliminación sanitaria de deposiciones, aguas servidas, basuras y de cualquier sustancia peligrosa para la salud.

C. Cumplimiento del Proyecto

- 3.17 El Proyecto de la Planta Desalinizadora de Agua de Mar de Antofagasta fue sometido al SEIA por medio de una *Declaración de Impacto Ambiental (DIA)*. COREMA evaluó y aprobó el Proyecto mediante Resolución Exenta N°0228 de fecha 27 de septiembre de 2001.
- 3.18 La resolución de calificación ambiental N°0228 de fecha 27 de septiembre de 2001 fue modificada por la Resolución Exenta N° 0159 de fecha 19 de julio de 2002, de la misma COREMA de la II Región, con el efecto de autorizar la modificación del trazado del camino de acceso a la obra de toma de agua de mar, debido a razones técnicas y de seguridad.
- 3.19 A inicios del 2002 y por requerimientos del BID, Desalant preparó un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el Proyecto Planta Desaladora de Agua de Mar. El EIA incluyó información detallada de línea base de calidad de agua del mar y un análisis más detallado del impacto de la descarga de salmuera. Como resultado de las medidas de mitigación del EIA, el Proyecto el diseño de un difusor para el agua de descarga. El EIA se puso a disposición del público en Antofagasta en junio del 2002 como se describe en la Sección VII.
- 3.20 El 10 de julio del 2002, el Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina otorgó una concesión marítima mediante Decreto Supremo N° 255 sobre sectores de terrenos de playa, playa y fondo de mar en la Caleta La Chimba para amparar la instalación del ducto de aducción de agua de, la estación de bombas y el emisario para la descarga de salmuera de desecho y las aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas servidas. El decreto de concesión se encuentra en proceso de legalización para que la autoridad marítima haga entrega oficial de la concesión a su titular, en este caso ESSAN S.A. y no Desalant, que será el operador de la planta.
- 3.21 Mediante Resolución DGTM Y MM. ORD N° 12240/7642/5 VRS, del Director General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, se otorgó permiso de ocupación anticipada a ESSAN S.A. sobre el sector de terreno de playa, playa y fondo de mar, en el lugar denominado Caleta La Chimba, comuna, provincia y II Región de Antofagasta.
- 3.22 Mediante Carta N° 12.200/275 de 4 de julio de 2002, del Capitán de Puerto de Antofagasta, se autorizó extraordinariamente al administrador de la obra de construcción del emisario y tubería aductora de agua de mar “Belfi Montec Ltda.” para instalar transitoriamente un muelle temporal en el sector La Chimba y la habilitación de los accesos al futuro edificio de toma de agua de mar, en el sector de la planta, debiendo cancelar los derechos correspondientes.
- 3.23 La construcción del Proyecto finalizó en enero del 2003 y después de un periodo de pruebas de tres meses, la planta potabilizadora entró en operación en marzo del 2003.

IV. CONDICIONES AMBIENTALES Y SOCIALES

A. Condiciones Ambientales

- 4.1 La región de Antofagasta presenta características de una marcada aridez. El desierto se manifiesta hacia la zona intermedia, donde la influencia marítima pierde importancia. La situación de extrema aridez en la depresión intermedia, y la escasa vegetación existente definen un paisaje natural conocido como desierto de Atacama. El área donde se desarrolla el Proyecto corresponde a una estrecha planicie litoral, formada por procesos estructurales que explican el sollevamiento del murallón costero y la generación de terrazas marinas producto de los avances y retrocesos del mar en el último período geológico. Los alrededores del área donde se construye la planta

potabilizadora no tienen características relevantes desde un punto de vista de biodiversidad, dado que el área ha estado sujeta a uso urbano y de agricultura, así como al carácter desértico que domina la zona en general. En el sitio de Proyecto no existe ningún tipo de edificación siendo que las construcciones más cercanas se encuentran a 800 metros.

- 4.2 *Medio Ambiente Marino.* La Bahía de Antofagasta está limitada por Punta Tetas y Punta Coloso. Este cuerpo tiene una “boca” sumamente abierta de dirección casi norte sur (162 grados) de 37.6 km de longitud y una penetración de 21.38 km. La superficie del cuerpo de agua es de aproximadamente 630 km², y su prisma mareal, o sea la cantidad de agua que entra y sale de la bahía cada doce horas, suponiendo una altura de marea de 1.50 metros (m) es de 5.9×10^{11} m³ de agua. Este prisma equivale aproximadamente al 10% del agua de la columna, es decir cada doce horas se renueva el 10% del agua. De haber mezcla perfecta y no otros efectos a considerar, la tasa de renovación sería de 120 horas, cinco días.
- 4.3 La línea base ambiental marina incluyó la elaboración de los siguientes estudios: Estudio de Corrientes Marinas, Estudio de Mareas, Estudio de la Columna de Agua y Estudio de Bentos con el fin de predecir el comportamiento y destino de la pluma de agua salobre.
- 4.4 *Mareas.* El régimen de mareas de La Chimba responde principalmente a un régimen típicamente astronómico y predecible. El régimen de mareas se origina como compensación del nivel medio del mar, peraltado por acción de los astros y alterado por factores locales, como son la profundidad y la forma de la costa. No se observan anomalías de carácter local, siendo el régimen de mareas consistente a lo observado también en el litoral centro y norte de Chile.
- 4.5 *Corrientes.* La caracterización dinámica de las corrientes del sector de la descarga de salmuera se realizó con mediciones continuas de corrientes marinas en estación fija (método euleriano), complementados con registros de vientos y mareas. El sistema de corrientes en el sector costero de Caleta la Chimba se ajusta a un patrón típico de corrientes costeras en la zona central y norte de Chile, caracterizado por flujos de baja magnitud y de dirección norte a sur, paralela a las isóbatas del lugar. La dinámica costera en el estrato superficial esta dominada principalmente por el viento y dentro de este se distingue a la brisa marina como el componente más importante que determina la circulación. De acuerdo con las mediciones, la circulación local es débil, de baja velocidad y por lo tanto de dirección errática, aunque hay una tendencia al flujo paralelo a la costa, predominio del forzamiento mareal y cierta estratificación en las trayectorias al considerar superficie y profundidad. Las velocidades son en general inferiores a 4.1. centímetros por segundo (cm/s) alrededor del 65% del tiempo. El máximo es 12 cm/s. El régimen de mareas corresponde a un régimen típicamente astronómico y predecible, del tipo mixta semidiurna, de amplitud media 0.8m y amplitud de sicigias de 1,3 m onda astronómica, alterado por factores locales como la profundidad y la costa.
- 4.6 *Calidad de la Columna de Agua.* El agua de mar en Antofagasta tiene una concentración de sólidos disueltos totales de 34,880 mg/l y una temperatura que varía entre 15 y 22°C. De los más de 70 elementos disueltos en al agua de mar, 6 elementos, pero principalmente cloruros y sodio, constituyen más del 99% de los elementos disueltos. En mayo y junio del 2001 se realizaron dos campañas oceanográficas para establecer la línea base ambiental de las características físico químicas de la zona de descarga de agua salobre del Proyecto. La primera campaña se realizó en 5 estaciones submareales en forma de cruz separadas cada una 50 m del punto central y a tres estratos de profundidad (superficial, media y a un metro de fondo marino). La segunda campaña incluyó una red de 10 estaciones dispuestas en un eje perpendicular a la costa y separadas 100 m de distancia una de otra a cuatro estratos de profundidad. La línea base incluyó el perfil de

temperatura y salinidad así como oxígeno disuelto, metales traza (arsénico, mercurio, cadmio), hidrocarburos (totales, fijos y volátiles), detergentes, coliformes totales y fecales, sólidos en suspensión, nitrógeno, fósforo, DBO5 y DQO. La calidad ambiental del cuerpo de agua presenta alteraciones principalmente por coliformes fecales, sólidos en suspensión y arsénico. Entre los resultados mas relevantes se cuenta que los contenidos de oxígeno disuelto (OD) varían entre 1,7 a 11,0 mg/l, siendo más altos en superficie que en el fondo marino. La concentración de hidrocarburos totales y fijos de todas las muestras fue menor a 5 mg/l. Los valores de hidrocarburos volátiles son ligeramente menores o iguales a 0,12 mg/l. La concentración de cadmio de todas las muestras fue menor al límite de detección del ensayo, igual a 0,001 mg/l. El anteproyecto de norma de calidad en aguas marinas establece como límite una concentración máxima de 10 mg/l. Por su parte la concentración de arsénico fue de 0,026 mg/l (el anteproyecto de norma de calidad en aguas marinas establece como límite una concentración máxima de 50 mg/l).

- 4.7 Por otra parte, durante los muestreos y trabajos en terreno se pudo constatar que en el sector de estudio se acumula una gran cantidad de desperdicios y basuras, entre bolsas plásticas y papeles, provenientes probablemente de las localidades costeras ubicadas al sur. Estos desperdicios serían impulsados hacia el área de estudio por el sistema de corrientes subsuperficiales y se mantendrán en ese sector debido a la presencia de giros de circulación al interior de la Bahía Moreno. Esto es consecuente con lo observado por las trayectorias de los trazadores, no obstante no es un indicador de la trayectoria que tendría el efluente, el que sería advechado en dirección al SE.
- 4.8 *Bentos.* La zona intermareal denota pobreza en la fauna y especies algales. Las algas son de pequeño tamaño y se encuentran en bajo porcentajes de cobertura. En cuanto a la fauna, la especie encontrada es *Pyura stolonifera*, la cual es característica del intermareal de Antofagasta. El resto de los especímenes se encuentran en bajo número en toda el área estudiada. Los altos porcentajes de cobertura de roca desnuda denotan la pobreza de especies en los niveles laterales del intermareal. Esto se debe a las características particulares de exposición de este sector, el cual es una plataforma muy expuesta a la erosión causada por el fuerte oleaje.
- 4.9 *Flora.* Las características climáticas de la región le dan un carácter desértico al litoral. La ecoregión presenta escasa vegetación xeromórfica sobre suelo aridisol.
- 4.10 *Fauna.* En el sector de la Chimba, acantilados rocosos, relativamente cercanos al sitio de emplazamiento de la Planta Desaladora y en el sector de las obras de captación de agua de mar, se pueden encontrar ocasionalmente: *Puffinus creatopus* (Fardela Blanca), considerada Vulnerable; *Oceanodroma markhami* (Golondrina de mar Negra); *Phalacrocorax gaimardi* (Lile); *Larus modestus* (Gaviota Garuma), considerada vulnerable. Las especies exóticas que podrían tener presencia ocasional son: *Passer domesticus* (Gorrion) y *Columba livia* (Paloma). No existe flora o fauna silvestre en el sitio del Proyecto o sus alrededores. Ocasionalmente se pueden identificar algunas especies de aves en tránsito pero que no se encuentran en el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile (CONAF, 1993).
- 4.11 *Clima.* En clima a la largo de la costa en el área del Proyecto se define como clima desértico costero nuboso. Sus efectos se manifiestan hasta 20 kilómetros al interior donde la sequedad atmosférica es mayor, debido a que por causas del relieve la influencia marítima es retenida en los cerros de la Cordillera de la Costa. Las precipitaciones se presentan en forma muy esporádica no superando los 5 mm anuales como promedio. Las temperaturas atmosféricas extremas oscilan entre los 4,5°C y los 30,2°C siendo la media anual de 16,1°C. Los meses más cálidos son Enero y

Febrero (20°C), los más fríos Julio y Agosto (13°C). El régimen de vientos esta dominado prácticamente por vientos S o SW que soplan en un 68% del tiempo.

- 4.12 *Hidrología e hidrogeología*- Con relación a la hidrología e hidrogeología, dentro del área no se aprecian manifestaciones importantes de escurrimiento superficial. Las fuentes de agua naturales contienen concentraciones elevadas de arsénico. La concentración de arsénico se debe a causas naturales principalmente, aunque puede tener cierta influencia de las actividades mineras en la región. La concentración de arsénico en las fuentes de agua es mucho mayor a los 50 partes por billón (ppb) requeridas en la la Norma Chilena NCh 409 of.84, de calidad de agua.
- 4.13 Dentro de un contexto mayor al sitio del Proyecto, es posible encontrar una serie de quebradas aluvionales. Estas son delimitadas como unidades hidroespaciales del tipo microcuenca, las cuales, debido a su tamaño y actividad, no poseen grado de actividad alta. Eso sí, debido a la aridez dominante, no existe un sistema hidrográfico realmente organizado, excepto por el hecho obvio que la dirección de drenaje es de Este a Oeste. Existen riesgos aluvionales dado que las quebradas aluvionales se activan con eventos de lluvia de baja pluviometría, pero de alta intensidad, lo que origina deslizamientos de barro y piedras, conocidas como aluviones. Las quebradas con estos riesgos han sido identificadas por la Municipalidad.
- 4.14 *Suelo*. En el entorno de la ciudad de Antofagasta existen dos tipos de suelos: aridisoles y entisoles. Es destacable el subsuelo rocoso que existe en toda el área, incluyendo la ruta de la tubería de la impulsión. Los suelos del sector de emplazamiento del Proyecto no presentan evidencias de erosión ni degradación, por corresponder en su mayoría a terrenos urbanizados, por lo cual el Proyecto no es susceptible de generar pérdidas o degradación del suelo por efectos de erosión, compactación o contaminación.
- 4.15 *Riesgo sísmico*. Existe un riesgo sísmico en todo el norte de Chile. El riesgo de terremotos se origina debido a la gran actividad sísmica de la fosa marina Chile-Perú, que se ubica paralelamente al litoral, a unos 50 km de la costa, la cual forma parte del anillo circumpacífico que corresponde a la zona de subsidencia de la placa de Nazca. Existen numerosas fallas geológicas que han originado la morfoestructura actual del relieve. La más importante es la falla de Atacama, que corresponde a una estructura regional de dirección general norte-sur y manteo vertical. Su actividad originaría sismos de foco superficial, medio y profundo que afectan directamente a la costa. La provincia de Antofagasta (22°-27° S) incluye mucha actividad sísmica de profundidad intermedia (70–300 km), pero carece de grandes sismos del tipo que genera tsunamis destructores. Los eventos más grandes en esta área ocurrieron el 4 de diciembre de 1918 (magnitud 7,8) y el 28 de diciembre de 1966 (magnitud 7,3)
- 4.16 *Áreas protegidas*. El área protegida más próxima es el área silvestre protegida “*Reserva Nacional La Chimba*”, creada por Decreto Supremo N° 71 de fecha 12 de Mayo de 1988 del Ministerio de Agricultura. Esta área ocupa una superficie de 2.583 ha de la quebrada del mismo nombre, por el interior del cordón cordillerano costero. El límite occidental de esta área se encuentra a aproximadamente 2,5 km del sitio del Proyecto.
- 4.17 *Zonas con Valor Paisajístico, Turístico y/o Sitios con Manifestaciones Culturales*. El emplazamiento del Proyecto no se asocia a ninguna zona con valor paisajístico reconocida, así como tampoco a ninguna zona o centro que haya sido declarado de interés turístico nacional según lo dispuesto en la legislación nacional, por lo que no generará o alterará en ninguna forma. magnitud o duración, valor paisajístico o turístico alguno. Asimismo no existen lugares o sitios en donde se lleven a cabo manifestaciones culturales o folclóricas, y no existe la presencia de

poblaciones, comunidades o pueblos tradicionales, por lo que no generará alteraciones sobre el patrimonio cultural.

- 4.18 *Zona Latente o Saturada.* El sector de emplazamiento del Proyecto no se encuentra localizado en zona que haya sido declarada zona latente o saturada por algún contaminante según lo establecido en la legislación.
- 4.19 *Patrimonio Cultural.* En el entorno del Proyecto no se encuentran monumentos nacionales declarados en virtud de la Ley 17.288, ni otros sitios, poblaciones o recursos de valor cultural, por lo que no generará en ninguna de sus etapas alteraciones sobre el patrimonio cultural.
- 4.20 *Restos arqueológicos* En el sector la Chimba y Trocadero se han detectado un conjunto de sitios arqueológicos ubicados tanto en el borde costero como en la ladera occidental de la cordillera de la Costa. Estos son descritos como un conjunto de sitios arqueológicos que corresponden a varios conchales, cementerios y estructuras. En su mayoría, los yacimientos han quedado insertos en el área urbana, por lo que es muy probable que hayan desaparecido. En octubre de 2002 se encontraron osamentas humanas enterradas en el camino de acceso al área del Proyecto. Se procedió a para las faenas de construcción según la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales. A los restos se les atribuye una antigüedad de entre 500 a 800 años. Los restos fueron retirados del lugar por personal del Museo de Antofagasta.

B. Condiciones Sociales

- 4.21 Antofagasta es una ciudad de aproximadamente 300.000 habitantes (la cuarta ciudad con mayor población en Chile) localizada en el norte de Chile en la II Región administrativa del país, cuyas características climáticas la determinan como una zona de extrema aridez, y en donde el agua es un elemento altamente escaso, y que debe ser llevada a través de conducciones de más de 350 kilómetros de extensión desde la alta cordillera.
- 4.22 La comuna de Antofagasta cuenta con 150,000 habitantes considerados dentro de la fuerza de trabajo (población económicamente activa). La tasa de desempleo reportada en el censo de 1992 para la región de Antofagasta es de 3.7%. En la economía regional, la minería es la actividad preponderante, generando aproximadamente el 60% del PIB regional, siendo el cobre el principal producto. Durante los últimos cinco años, la producción de cobre regional representa el 57% de la producción nacional. Otros productos importantes en la minería son la producción de oro, plata, molibdeno, salitre, yodo y carbonato de litio.
- 4.23 El área de La Chimba, donde se localiza el Proyecto, se caracteriza por ubicarse en un sector poco poblado en las afueras de Antofagasta (sector norte). Se trata de un área sujeta a un tratamiento especial, con restricciones de diverso grado en cuanto a su urbanización y edificación dentro del plano regulador de Antofagasta.
- 4.24 En 1970 fue necesario la construcción de una planta de tratamiento de agua debido a la elevada concentración de arsénico en las fuentes naturales de agua. Actualmente la planta de tratamiento produce agua con concentraciones entre 20 y 30 ppb por debajo de los 50 ppb establecidos en la Norma Chilena NCh 409 of.84.
- 4.25 Estudios epidemiológicos han relacionado la ocurrencia de tipos de cáncer asociados a la ingestión de arsénico en población que consumió agua con altos contenidos de arsénico antes de la construcción de la planta de tratamiento. Asimismo, estudios de la CONAMA reportan que la

principal vía de contaminación es el agua potable, debido a que la aridez de la región limita el desarrollo de la agricultura y la crianza de animales.

- 4.26 La cobertura de agua potable y alcantarillado en Antofagasta es de un 100%. En la actualidad, Antofagasta tiene el agua potable más cara de Chile con una tarifa de \$876 por metro cúbico (m^3) fuera de punta, más un costo fijo de \$758 por mes, más un sobre consumo de \$2.182/ m^3 . El costo del agua potable producida por desalación de agua de mar es de alrededor de \$700/ m^3 (aproximadamente 700 pesos chilenos equivalen a un dólar), lo que constituye un costo similar que el agua proveniente de la Cordillera.
- 4.27 Los sistemas de recolección de aguas servidas existentes son suficientes para atender toda la demanda. La empresa Bywater, a través de una concesión otorgada por ESSAN, trata 85 lps (tiene capacidad instalada para tratar hasta 300 lps), obteniendo aguas con calidad para riego (N.Ch 1.333). Estas aguas son vendidas para agricultura e industria, a un valor de aproximadamente 50% que el agua potable, y Bywater paga un royalty a ESSAN. El resto de las aguas servidas (700 lps) recibe un tratamiento primario (cribado) y es después descargado al mar mediante un emisario de 920 metros de longitud. Este cribado y el emisario son operados por Bywater. El Plan de Desarrollo de ESSAN para el tratamiento y evacuación de aguas servidas considera la expansión al servicio de agua potable prevista con las ampliaciones de la planta desalinizadora.
- 4.28 La actual explotación de las fuentes tradicionales de agua se encuentran a un nivel crítico, debido principalmente a la demanda que ejerce el sector minero y los nuevos yacimientos de minerales metálicos y no metálicos que requieren recursos frescos de agua industrial para sus procesos.

V. IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

- 5.1 La construcción del Proyecto finalizó en enero del 2003. La construcción involucró obras civiles de mediana escala tales como la construcción de la edificación de la Planta, el camino de acceso y el tendido de las tuberías de impulsión y de descarga. Las obras de la planta desalinizadora transcurrieron sin mayor contratiempo y los impactos de la construcción tales como la generación de polvo y ruido no afectaron a la población debido a que la planta desalinizadora se localiza alejada de áreas habitacionales. La construcción de la tubería de impulsión desde la planta desalinizadora los tanques de almacenamiento de agua potable generó impactos tales como incremento de niveles de ruido, polvo y tráfico principalmente. El impacto principal del Proyecto se genera durante la operación de la planta y se relaciona con la descarga de salmuera al mar.

A. Fase de Construcción

Impactos Ambientales

- 5.2 *Aire.* Las obras de construcción del Proyecto generaron la emisión de polvo, tanto partículas totales en suspensión (PTS) como material particulado de diámetro menor a $10\mu m$ (PM_{10}), debido al movimiento de tierras y de maquinaria. La principal fuente de generación de polvo en suspensión fue el tránsito de camiones y maquinaria pesada que circulaba por los caminos de tierra interiores de la Planta. Las obras de excavación y movimientos de tierra generaron cantidades importantes de polvo, así como las detonaciones de roca con el uso de explosivos, principalmente en la zona de playa. El impacto en la calidad del aire fue temporal y de poca magnitud.

- 5.3 *Suelo.* El relieve del suelo fue alterado debido a la construcción de accesos, excavación de zanjas y movimiento de tierra. Algunas áreas del terreno requirieron ser compactadas debido al tránsito de vehículos y maquinaria pesada en las áreas de faenas.
- 5.4 *Ruido.* La construcción generó un aumento de la presión sonora en el ambiente. Se modelaron los niveles de presión sonora para las actividades de construcción del Proyecto con el fin de evaluar el cumplimiento del Decreto Supremo 146/98. Excepto en situaciones puntuales durante la operación de maquinaria pesada y explosiones, no se aumentó significativamente los niveles de ruido. Por otra parte, en el sector de la Planta (La Chimba) no existen receptores a menos de 800 metros; estos receptores incluyen casas habitación, escuelas e institutos profesionales, fábricas, oficinas, comercio diverso, plazas y centros deportivos.
- 5.5 *Flora y Fauna.* Las acciones de limpieza, preparación del terreno y excavaciones generaron una pérdida limitada de hábitat y nichos ecológicos para especies de avifauna y algunos reptiles presentes en la zona.
- 5.6 *Residuos.* Se generarán residuos propios de las obras de construcción e instalaciones, tales como escombros de construcción, madera, cartón y material de embalaje, material orgánico de los baños portátiles, etc.
- 5.7 *Calidad de agua.* El Proyecto generó impactos sobre la calidad de las aguas en la etapa de construcción, especialmente en lo relativo a la limpieza y prueba de la tubería de impulsión de agua potable. Para las pruebas de estanqueidad, de presión y de limpieza de la tubería se requirió de aproximadamente 500 m³ que fueron dispuestos al mar.
- 5.8 *Seguridad e Higiene.* Dadas las características del Proyecto, los impactos en salud y seguridad durante la etapa de construcción estuvieron limitados a las áreas directas del Proyecto (Planta, preparación, armado, lanzamiento y anclaje de tuberías de aducción y emisarios, y armado y construcción de la aducción) aunque no se reportan accidentes con tiempo perdido en estas áreas.

Impactos Sociales

- 5.9 *Impactos a la comunidad.* El principal problema impacto social fue la generación de ruido, polvo, problemas de tránsito, y rompimiento de infraestructura en el área de la ruta de la tubería de impulsión de agua potable. La tubería de impulsión del Proyecto ha sido enterrada bajo tierra junto a la vialidad existente, por lo que no ocupa terrenos privados ni de uso reservado, no afectando en consecuencia a población alguna.
- 5.10 El Proyecto no generó impactos sociales o presiones en servicios como vivienda, salud, recreación debido al limitado número de trabajadores en la obra. La construcción del Proyecto no generó impactos sobre la infraestructura y las actividades de los pescadores en La Chimba, y no es percibido por este sector como una actividad perjudicial.

B. Fase de Operación

Ambiental

- 5.11 *Calidad de Agua.* La planta desalinizadora generará agua de mar con una mayor concentración de sales (salmuera) como resultado del proceso de ósmosis inversa. Este efluente se descargará al

- mar con una salinidad de 70 por mil y una temperatura de 16 grados (°C). La operación del Proyecto y las tres ampliaciones de la planta descargarán un caudal máximo de 600 l/s. El impacto de la descarga de salmuera está asociado principalmente con el aumento de la salinidad del agua de mar en el entorno del difusor del emisario submarino. La salinidad se presenta por la concentración de iones de sodio y cloruro, que son los principales constituyentes de las sales marinas (aproximadamente 30.6 y 55% respectivamente).
- 5.12 Los elementos requeridos para el pretratamiento del agua de mar, tales como floculantes, antiincrustantes y anticorrosivos así como los metales (cadmio y mercurio) presentes en el agua de mar no tienen relevancia desde el punto de vista ambiental, dadas las bajas cantidades involucradas (del orden de 1 a 100 ppm para el pretratamiento y concentraciones menores al límite de concentración [0.001 mg/l] en el caso de metales) y la gran dilución experimentada en el efluente de descarga.
- 5.13 Se realizó un estudio de dispersión utilizando un modelo matemático (3Plumes de Roberts, de amplio uso en la Agencia para la Protección del Ambiente de Estados Unidos [EPA]) para estimar la dilución de la descarga del Proyecto y de sus tres ampliaciones futuras al mar. Si bien el modelo 3Plumes no es un modelo tridimensional, el modelo entrega un comportamiento tridimensional sobre la base de cálculos empírico-analíticos. Las simulaciones con este modelo se hacen ingresando como datos de entrada las condiciones del efluente (salinidad, caudal), del punto de descarga (profundidad), del cuerpo receptor (salinidad, temperatura, velocidades de corrientes en el punto de descarga) y la tasa de renovación de agua.
- 5.14 Para estimar el comportamiento de la descarga de la salmuera se realizaron cuatro simulaciones.
- Escenario 1: Supone condiciones estancas, es decir no hay contribución del campo de corrientes marinas en la formación de la pluma. Este es un caso muy conservador ya que la renovación de agua ($5.9 \times 10^{11} \text{ m}^3$ de agua) se produce únicamente a tasas lentas, estimadas en este caso en 41 días en comparación con 5 días en condiciones normales.
 - Escenario 2: Supone condiciones de bajas velocidades en la zona de formación de la pluma.
 - Escenario 3: Supone condiciones de estratificación, es decir, que la pluma permanece atrapada en los 10 m inferiores de la columna de agua por condiciones de inversión de la temperatura del agua.
 - Escenario 4: Recalcula las simulaciones para una descarga en aguas de 13 m de profundidad.
- 5.15 El modelo se corrió manteniendo constantes casi todos los parámetros del mismo (salinidad del efluente, salinidad del mar, velocidad de salida de la salmuera y características del difusor), modificando solamente el gradiente de velocidades de la corriente y la altura de desarrollo de la mezcla. En todas estas simulaciones se ha usado una renovación de agua de 41 días, lo que es en extremo conservador.
- 5.16 En el caso estanco, a 100 m del difusor (punto de descarga del efluente) se predice un exceso de salinidad de 0.34 por mil, es decir, sin el Proyecto la salinidad sería de 34.78 psu (*Primary Sampling Unit*) o unidades de salinidad por mil, en tanto que con el Proyecto la salinidad sería de 35.12 por mil. A 150 m la salinidad sería de 35.01 por mil, es decir habría un exceso de 0.23 por mil (un 33% menos que a 100 m). A 100 m el exceso sería de 1% aproximadamente. El escenario más desfavorable se presenta en condiciones de estratificación donde la pluma permanecería atrapada en los 10 m inferiores de la columna de agua. En este escenario la pluma atrapada tiene, a 100 m del foco una concentración de 35.25 por mil, bajando a 35.10 a 150 m y a 200 m del foco, la salinidad sería de 35 por mil, es decir 0.7% superior a la normal. El escenario más favorable es el escenario 4, que presenta la situación de dispersión considerando una descarga a 200 m de la

orilla, a 13 m de profundidad. La salinidad a 200 m del foco sería de 34.99 por mil, es decir un 0.6% por sobre la natural. Existe una variación de 1% con respecto a la salinidad natural del agua de mar entre escenarios opuestos. Estas salinidades son las que corresponden al eje mayor, en la dirección de la corriente, de la pluma de la descarga.

- 5.17 La termoclina (cambio brusco de temperatura del agua en una determinada profundidad) afectará la densidad del cuerpo receptor, por lo que de acuerdo a la estructura térmica de la zona, se espera que el efluente se sitúe en una zona de boyante neutra, donde la densidad del efluente sea igual a la del mar (zona de atrapamiento). Se estima que esta profundidad será mayor a 10m (zona de capa de mezcla), profundidad que ha sido considerada en el diseño del emisario, pues se contempla descargar a una profundidad de 22m. La estratificación influye positivamente en la distribución de la pluma pues esta será atrapada a una profundidad determinada donde procederá su dilución, lo que impide que se dirija directamente del fondo a la superficie.
- 5.18 En el sector de la descarga proyectada, debido a las bajas velocidades, se presentan “*condiciones estancas*” o próximas a estancas. Estas condiciones tienen la desventaja de que restringe una rápida renovación del agua disponible para mezcla en la pluma por lo que la dilución inicial es más lenta, y la subsecuente dispersión es también lenta. Sin embargo la ventaja es que la pluma queda restringido a distancias cortas a partir de la fuente. No obstante lo anterior, desde el punto de vista de la turbulencia (agitación) necesaria para mezcla, el litoral en la zona del Proyecto es altamente energético debido a que es una terraza de abrasión muy erosionada, con canales e identaciones expuestos y sujetos a olas rompientes en forma permanente. En estas condiciones la descarga se mezclará rápidamente con enormes cantidades de agua natural.
- 5.19 Cuando se sobrepone la información obtenida a partir de la modelación, con los resultados de la campaña de medición de corrientes, y considerando la existencia en verano de una termoclina a 10 metros de profundidad y la diferencia de densidades entre la salmuera y el agua de mar, se puede predecir la magnitud y dirección de la dispersión de la pluma de salmuera desde el punto de descarga. La descarga salobre será dispersada en sentido S-SE o NW-N y no será proyectada hacia la costa. Como el comportamiento dinámico de la bahía es con flujos estratificados y de direcciones opuestas, se concluye que la descarga superficial sea dispersada lentamente hacia el Sur, especialmente entre las 4 y 7 hrs del día. A medida que la pluma avanza y se sumerge por su trayectoria boyante (diferencia de densidad debido a la salinidad), comenzaría a ser proyectada hacia el Noroeste en las capas inferiores.
- 5.20 Los resultados de la modelación concluyen que la descarga de aguas de mar con doble concentración no tendrá ningún efecto más allá de un radio de doscientos metros donde la salinidad natural será la misma que la de la influencia de la descarga. En una distancia de 150m desde el foco difusor se espera obtener una salinidad de 35.00 psu, concentración similar a las registradas en el estudio de línea base (34.7 psu). Por bajas que sean las tasas de renovación de agua, la turbulencia local es alta favoreciendo la mezcla y la rápida homogenización de la salinidad en un área menor. No se anticipan impactos negativos de la descarga de salmuera sobre las comunidades marinas debido a la difusión que experimentará la pluma.
- 5.21 *Ambiente Marino*. Durante la captación de agua de mar organismos como peces y moluscos podrían quedar atrapados. En general, la biota litoral es escasa, siendo que los organismos bentónicos susceptibles de verse afectados por un aumento menor y local de salinidad son hemisésiles y por lo tanto escapan por medios propios en caso de sentirse agredidos por la salinidad. Se estima que la dilución se realizaría antes de alcanzar la zona del intermareal (la banda de costa que se separa del mar abierto y que permanece en charcas aisladas durante

- bajamar) y submareal (10m de profundidad aproximadamente), por lo que no afectaría a la flora y fauna del sector. Además los organismos que se distribuyen en el intermareal están en continuos cambios de marea, por lo que son capaces de soportar un alto stress ambiental.
- 5.22 *Residuos.* La planta desalinizadora contará con una planta de tratamiento de aguas servidas, la que generará lodos residuales del proceso de tratamiento. Asimismo, se generará lodo producido por el tratamiento de las aguas de limpieza de filtros que corresponde al material marino retenido en estos (microalgas). La producción de este lodo será inferior a 1 m³/mes.
- 5.23 *Ruido.-* La principal fuente de generación de ruido será el funcionamiento de 6 bombas de agua de 60 l/s encargadas de la impulsión de agua de mar y del sistema de impulsión de agua potable durante la primera fase, así como el funcionamiento de 12 bombas de 76 l/s en la segunda fase. A partir de las modelaciones de ruido se estima que en el límite de la propiedad de la Planta Desaladora, en el punto más cercano a la fuente de emisión, la operación de la Planta aportará 47,1 dBA en la etapa final, mientras que la obra de toma de agua aportará 45,0 dBA. La aportación de ruido de la planta cumple con los niveles máximos diurnos y nocturnos establecidos por la normativa vigente (D.S. 146/98) que fija los niveles de ruido máximos permitidos para fuentes fijas.
- 5.24 *Zonas con Valor Paisajístico, Turístico y/o Sitios con Manifestaciones Culturales.* El emplazamiento del Proyecto no se asocia a ninguna zona con valor paisajístico reconocida, así como tampoco a ninguna zona o centro que haya sido declarado de interés turístico nacional según lo dispuesto en la legislación nacional, por lo que no generará o alterará en ninguna forma magnitud o duración, valor paisajístico o turístico alguno. Asimismo no existen lugares o sitios en donde se lleven a cabo manifestaciones culturales o folclóricas, y no existe la presencia de poblaciones, comunidades o pueblos tradicionales, por lo que no generará alteraciones sobre el patrimonio cultural.
- 5.25 ESSAN S.A. tiene definidas sus tarifas para los próximos 5 años, por lo que el Proyecto no las afectará. En el modelo chileno del sistema sanitario, las tarifas son fijadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios mediante decreto supremo, y se basan en una empresa teórica modelo que sólo realiza los proyectos más eficientes, a costos eficientes. Los proyectos que realmente ejecuta la empresa no inciden directamente en la tarifa, sólo en los costos de la empresa. Las tarifas son fijadas quinquenalmente por la Super Intendencia de Servicios Sanitarios (SISS), con relación a la tecnología más eficiente más un retorno del 9,18% sobre los activos.
- 5.26 El uso de ácido sulfúrico y de hipoclorito sódico genera un riesgo de accidentes en el manejo y almacenamiento en caso de presentarse fugas o derrames de estas sustancias.

C. Impactos Positivos

- 5.27 El agua potable producida en la planta desalinizadora estará libre de arsénico. El reemplazo paulatino de las aguas provenientes de la Cordillera por agua desalada, permitirá reducir el contenido de arsénico en el agua potable, debido a que en la primera fase del Proyecto, el agua desalinizada se mezclará con el agua tratada de la cordillera lo que resultará en un agua potable con 18 ppb de arsénico. Al operar los cuatros módulos de la Planta Desalinizadora, se obtendrá una mezcra de agua potable con 7 ppb.
- 5.28 El Proyecto garantiza la disponibilidad de agua potable para la ciudad de Antofagasta, independizándola de su dependencia de aguas de origen natural (y por lo tanto sujetas a las

influencias de los fenómenos climáticos). Asimismo, la modularidad del Proyecto permitirá ir aumentando la oferta de agua potable en la medida que sea necesario, a un precio estable y predecible. Esta disponibilidad levanta la restricción al desarrollo de la ciudad.

- 5.29 El agua obtenida de la desalinización del agua de mar substituirá paulatinamente (a medida que se implementan las tres fases de ampliación del Proyecto) parte del actual suministro que proviene de los derechos de aprovechamiento consuntivo con que cuenta ESSAN y cuya fuente de extracción se encuentra en la Cordillera. Las comunidades indígenas no reciben ningún ingreso por el derecho de explotación de 900 lps con que cuenta ESSAN. ESSAN continuará ejerciendo sus derechos de explotación y el agua substituida será negociada con las compañías mineras que la requieren para sus nuevos proyectos de expansión.

VI MANEJO AMBIENTAL, SOCIAL Y DE SEGURIDAD E HIGIENE

A. Medidas de Mitigación

Etapa de Construcción

- 6.1 La construcción del Proyecto finalizó en Enero del 2003. La construcción del Proyecto no involucró actividades de ingeniería civil de gran magnitud como tampoco actividades complejas de ensamblado para la erección de equipos electromecánicos. Las medidas de control y mitigación de impactos generados durante la construcción incluyen:
- 6.2 *Calidad del Aire.*
- Perfilado, emparejamiento y mantenimiento del sello asfáltico del camino de servicio de conexión con la Ruta 1.
 - Pavimentación de las vialidades que circundan el terreno para evitar la generación de polvo.
 - Riego, humedecimiento de material fino y malla de retención finos en tramos cercanos a población.
 - Manutención rigurosa de vehículos, maquinaria y revisión técnica al día.
- 6.3 *Geomorfología*
- Se intervino únicamente la superficie estrictamente necesaria.
 - Se repuso la topografía a su estado original en algunas áreas específicas.
- 6.4 *Ruido*
- Utilización de “tiros” silenciosos y el espaciamiento temporal entre tronaduras.
 - Utilización de maquinaria en buen estado.
 - Las faenas más ruidosas (apantalladas; prefabricación de elementos) se realizaron en horarios de mayor flujo vehicular.
 - Instalación de pantallas acústicas móviles para amortiguar el ruido en las faenas más ruidosas.
- 6.5 *Flora y Fauna*
- Charlas al personal para sensibilizar respecto a la importancia de la conservación de la diversidad biológica.
 - Verificación de avistamientos de especies (sitio, N° y frecuencia).
- 6.6 *Contaminación del suelo*
- Almacenamiento de reactivos peligrosos en recintos cerrados.

- Uso de Baños Químicos transportables de acuerdo con lo establecido en los Reglamentos de seguridad e higiene en lugares de trabajo.

6.7 *Residuos*

- Los residuos fueron trasladados por el Contratista de las obras fuera del sector del Proyecto hacia botaderos autorizado.
- La basura doméstica fue retirada por la empresa PROCAP, empresa autorizada por el municipio para el manejo y disposición de residuos. Los residuos se dispusieron en el Vertedero Municipal, el cual cuenta con autorización del Municipio.

6.8 *Paisaje*

- Construcción de una barda perimetral en torno a las obras de construcción.
- Se adoptaron criterios arquitectónicos acordes con el entorno (borde costero), tratando de lograr un paisaje armónico.

6.9 *Seguridad e Higiene*

- Uso elementos de seguridad personal en las diferentes faenas.
- Implementación de un cordón de seguridad custodiado en torno a las áreas de trabajo con explosivos y la evacuación del personal a áreas seguras.
- Uso limitado de explosivos y manejo de explosivos por personal capacitado.
- Implementación de las normas y prácticas de seguridad en todas las faenas.

6.10 *Social*

- Excavación de zanjas y restauración del terreno por tramos limitados.
- Entrega de trípticos informativos a la comunidad informando sobre las obras y posibles molestias por la apertura de zanjas, afectación al tráfico vehicular, ruido, contacto y teléfono para presentación de quejas, etc.
- Minimización de desvíos y suspensión de tránsito en calles.
- Uso de pasarelas temporales de acceso a las casas.

Etapa de Operación

6.11 *Medio Marino.* El principal impacto de la operación del Proyecto será la descarga de salmuera al mar. La concentración de sales por vertidos de salmuera en el área de salida del ducto será mitigada por la instalación de un difusor de 4 boquillas separadas por 10 metros entre sí para mejorar la dilución inicial. La velocidad de salida por cada conducto aumentará, produciendo mezclado turbulento con el agua que la rodea. Después se formará una mezcla relativamente uniforme que se moverá en respuesta a la corriente, comenzando así la dilución por dispersión. La descarga se realizará a 200m aproximadamente de la costa y a una profundidad aproximada de 22 metros. La estructura de toma de agua tendrá rejas de desbaste para evitar atrapar fauna acuática.

6.12 *Residuos.*

- Los desechos domésticos, lodos de la planta de tratamiento, membranas descartadas y/o reemplazadas y residuos provenientes del sistema de filtración serán trasladados a botaderos autorizados. Para el caso específico de los lodos de limpieza de filtros que corresponde al material marino retenido en estos, los lodos serán trasladados a estos vertederos autorizados y dispuestos en zanjas, no dejándolos expuestos al aire libre.
- Los lodos de la limpieza de las fosas sépticas serán retirados por una empresa autorizada para prestar este servicio. Los lodos serán llevados al Vertedero Municipal, el cual recibe este tipo

de lodos si la humedad de los mismos es de 60% base seca. Otra alternativa autorizada por el Servicio de Salud de Antofagasta es entregar los lodos en la Planta de Tratamiento de Aguas servidas de Antofagasta operada por la empresa Bywater.

6.13 *Ruido.*

- La principal fuente de ruido son las bombas por lo que están aisladas acústicamente. Se estima que la operación de la Planta aportará 47,1 dBA, mientras que la obra de toma de agua aportará 45,0 dBA en el límite de la planta. No existen receptores en las inmediaciones de la planta. El ruido generado estará por debajo de los niveles permitidos en el Decreto Supremo 146/98.

6.14 *Contaminación de Suelo.*

- Los estanques de ácido sulfúrico y de hipoclorito sódico estarán situados en el interior de un cubeto con capacidad suficiente par almacenar todo el producto químico contenido en los tanques y el requerido para su neutralización, para el control de fugas y derrames en el almacenamiento. Dichos cubetos contarán con un sistema de neutralización para los vertidos accidentales.
- Los transportistas que realizarán el manejo de residuos y o materias primas clasificadas como material peligrosos, deberán contar con la autorización de la autoridad ambiental para el manejo de estos materiales.

6.15 *Paisaje.*

- Uso del parque de áreas verdes para esparcimiento del personal, clientes, proveedores y visitantes, abierto a la comunidad respetando las normas de seguridad.
- El diseño arquitectónico de la Planta se ha realizado acorde a lo establecido por el Plan Regulador.

B. Programas de Monitoreo

6.16 Durante la construcción del Proyecto se realizó el seguimiento a las medidas de mitigación establecidas en el Plan de Manejo Ambiental y Social de Desalant y el Plan de Calidad de Medio Ambiente. Los planes cubrieron los elementos principales y de buenas prácticas para este tipo de documentos, tales como inspecciones periódicas a las diversas faenas, procedimientos para el control y mitigación de impactos, manejo de residuos y sustancias químicas, registros de la implementación de medidas de mitigación (control de polvo, ruido, aguas residuales, desechos, etc) y capacitación.

6.17 La Resolución aprobatoria emitida por COREMA establece programas específicos de monitoreo al medio marino. Los programas incluyen el seguimientos de variables físicas y químicas del agua de mar durante la etapa de construcción y de operación del Proyecto. De esta manera, se generó información de línea base durante la construcción para determinar los contenidos de cobre, plomo, mercurio, arsénico y cromo en determinadas ubicaciones (ver Sección 4). Para la etapa de operación se ha iniciado con el monitoreo mensual requerido durante el primer año de operación de la planta así como durante el primer año de operación de cada una de las fases de ampliación. El monitoreo considera los siguientes parámetros:

- *Organismos marinos.* En 4 transectas fijas, perpendiculares a la costa, desde el intermareal hasta una profundidad de 10 metros en el submareal. Estas transectas tendrán una separación de 100 metros entre sí y se entregarán los siguientes descriptores: zonación, abundancia numérica, biomasa, riqueza específica, dominancia de simpson, uniformidad de Pielou y curvas K – dominancia.

- *Calidad de Agua.* Medición de salinidad en doce estaciones y tres profundidades. Establecida la dirección del eje central de la pluma se medirá a lo largo hasta detectar el punto donde se presenta la salinidad natural de 37.8 por mil.

La frecuencia del monitoreo se ajustará en función de los resultados del primer año.

- 6.18 Adicionalmente se entrega a la Comisión Regional del Medio Ambiente un informe mensual del seguimiento ambiental de la planta, con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N°90 para la descarga de residuos líquidos fuera de la zona de protección de litoral.
- 6.19 La fiscalización de la calidad del agua potable en Antofagasta es realizada diariamente a nivel de consumidor final por el Departamento de Programas del Ambiente (DPA) del Servicio de Salud de Antofagasta. El servicio de salud de Antofagasta verifica el cumplimiento de los límites bacteriológicos, de desinfección, físicos y químicos establecidos en la NCh 409 Of.84. El monitoreo de los parámetros bacteriológicos, de desinfección y arsénico se realiza diariamente. Se reporta un cumplimiento constante con la norma NCh 409 Of.84 y las exigencias de ESSAN.
- 6.20 Complementariamente, Desalant realiza un monitoreo del agua producida, que incluye el análisis diario de pH, temperatura, conductividad/salinidad, amoníaco, cloro residual, coliformes totales y fecales. Mensualmente se realiza el análisis de organolépticos, físico-químicos, relativos a sustancias no deseables tales como nitritos y nitratos, microbiológicos y de agente desinfectante y bimestralmente un análisis completo de los parámetros de la NCh 409 .

C. Administración Ambiental y de Seguridad e Higiene

- 6.21 Desalant cuenta con personal responsable de las actividades relacionadas a medio ambiente y seguridad e higiene. Desalant esta en proceso de finalizar las políticas y procedimientos de medio ambiente consistentes con los requerimientos del Banco para la etapa de operación, esto es la implementación de un Sistema de Manejo Ambiental que sea consistente con los principios de ISO 14001, incluyendo un estimado de costos, calendario de actividades y designación de responsabilidades para cada componente. Desalant también deberá presentar procedimientos específicos para la atención de emergencias y derrames.
- 6.22 Actualmente Desalant está en cumplimiento con las actividades de monitoreo consideradas en la DIA y en las Resoluciones Exentas que regulan al Proyecto.
- 6.23 En atención a lo dispuesto en el artículo 83° del Código Sanitario, en relación con la salubridad, higiene y ambiente laboral, Desalant cuenta con un Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad, que será sometido a verificación por una institución sobre Seguridad Laboral del país.

VII. DIVULGACIÓN DE INFORMACIÓN Y CONSULTA PÚBLICA

- 7.1 En Chile la evaluación de las DIA no requieren de un proceso de consulta pública debido a que los proyectos evaluados por medio de DIAs no generan impactos significativos. El proceso de divulgación de información de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y realizó las siguientes actividades:
- Publicación en Diario Oficial y en un periódico de circulación regional, de la información básica del Proyecto dentro de una lista de proyectos sujetos a DIA, el primer día hábil del mes inmediatamente posterior al que fue presentado al organismo competente, a objeto de mantener informada a la ciudadanía.

- Envío a la municipalidades, por el organismo ambiental competente, de una copia de la lista referida anteriormente para su adecuada publicidad.
 - Disposición permanente para consulta de una copia de la DIA en la oficina de la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA).
 - Reuniones de la empresa concesionaria del Proyecto con personeros de organismos públicos de la ciudad de Antofagasta, para informar sobre detalles del Proyecto y recabar opiniones.
 - Varios seminarios dictados por la empresa concesionaria del Proyecto, dirigidos a un ámbito mayor de público, considerando la efectiva participación de las entidades públicas y privadas de la ciudad de Antofagasta.
 - Frecuente publicidad del Proyecto en la prensa escrita, radio y televisión local de la ciudad de Antofagasta, logrando una masiva difusión del mismo.
- 7.2 Adicionalmente, a finales del año 2000 se realizaron acciones de Consulta sistemática (entrevistas y encuestas) en Antofagasta, destinadas a indagar el nivel de aceptación y conocimiento del Proyecto. La población entrevistada incluyó 150 personas seleccionadas al azar y 22 Autoridades y Líderes Locales. Los resultados del análisis revelaron un muy buen nivel de conocimiento del Proyecto por parte de los vecinos de Antofagasta, así como un altísimo nivel de aprobación del mismo, en el sentido de considerarlo beneficioso y necesario para la ciudad. Esto se explica en gran parte por la alta y adecuada difusión que se efectuó del Proyecto a la comunidad de Antofagastina. Las razones fundamentales para la aceptación del Proyecto fueron la salud, debido a que el agua que consumirán no estará contaminada.
- 7.3. Por requerimientos del BID, a principios del año 2002, Desalant preparó un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el Proyecto. En junio del 2002 el EIA se puso a disposición del público en Antofagasta y en la sede del BID y la oficina de la representación del BID en la ciudad de Santiago.
- 7.4 Para la construcción de la tubería de impulsión de 12 km a través de áreas industriales y residenciales, Desalant distribuyó entre la comunidad afectada un tríptico informativo de las obras que se iban a ejecutar. El tríptico describía los trabajos, las acciones de previsión y presentaba teléfonos para realizar consultas o presentar reclamos.
- 7.5 ESSAN S.A. mantuvo una campaña de información continua sobre el Proyecto, la cual se complementó por la cobertura periodística de los medios de información locales. ESSAN ha continuado con la divulgación del Proyecto a través de desplegados en el periódico y la circulación de trípticos (Ver Anexo 1) De esta manera, la ciudadanía en general se ha mantenido informada sobre el desarrollo del Proyecto.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1 El Banco requiere como parte del Contrato del Préstamo, que Desalant S.A. (la Compañía) así como todos los componentes de la Planta Potabilizadora de Agua de Antofagasta (el “Proyecto”), cumplan siempre y durante toda la vida del Contrato del Préstamo, con cada uno de lo siguiente:
1. Todos los requerimientos legales en Chile en materia de medio ambiente, social, salud y seguridad.
 2. Todos los requerimientos asociados con permisos, autorizaciones o licencias aplicables al Proyecto o a la Compañía en materia de medio ambiente, social, salud y seguridad.

3. Todos los requerimientos de medio ambiente, social, salud y seguridad de los Contratos asociados con el Proyecto, incluyendo modificaciones subsecuentes.
 4. Todos los aspectos y componentes de cualquier documento de medio ambiente, salud y seguridad, incluyendo, pero sin limitar a la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
 5. Las Guías Generales de Medio Ambiente del Banco Mundial (World Bank Pollution Prevention and Abatement Handbook, July 1998).
 6. Las Guías de Monitoreo del Banco Mundial. (World Bank Pollution Prevention and Abatement Handbook, July 1998).
 7. Las Guías Generales de Salud y Seguridad de la Corporación de Financiamiento Internacional (International Finance Corporation, July 1, 1998).
 8. Consultar al BID previo a aprobar o implementar cualquier cambio sustantivo al Proyecto a sus documentos ambientales y/o al calendario, particularmente para cambios que pudieran generar efectos sociales o al medio ambiente.
 9. Informar por escrito al BID sobre (i) cualquier incumplimiento de los requerimientos ambientales y sociales del acuerdo de préstamo; (ii) cualquier accidente, impacto, evento o denuncia ambiental o social; (iii) las acciones de control y mitigación ejecutadas para la remediación de incumplimientos y/o impactos; y (iv) medidas de prevención implementadas para evitar en el futuro cualquier infracción, accidente, impacto o evento de incumplimiento.
 10. Asegurarse de que todas las compañías contratadas cumplan con todos y cada uno de los requerimientos ambientales.
 11. Implementar actividades rutinarias para poner a disposición del público información de medio ambiente y social relativa al Proyecto y mantener un sistema de consulta para el público.
 12. Implementar un sistema de administración ambiental, de salud y seguridad que sea consistente con los principios de ISO 14001 y BS 8800 respectivamente.
- 8.2 Previo a la fecha del cierre financiero, la Compañía deberá cumplir las siguientes condiciones:
1. Presentar, sujeto a la aprobación del BID, la versión final del Programa de Manejo Ambiental y Social para la etapa de operación, incluyendo un estimado de costos, calendario de actividades y designación de responsabilidades para cada componente. Este plan final deberá incluir: (a) el programa de monitoreo del efluente (descarga); (b) todas las acciones consideradas en el EIA, la DIA y en las Resoluciones Exentas autorizando el Proyecto y (c) un programa de comunicación social.
 2. Presentar la versión final del Manual de Higiene y Seguridad, incluyendo un estimado de costos, calendario de actividades y designación de responsabilidades.
 3. Presentar la versión final del Plan de Contingencias y el Plan de Atención a Derrames, incluyendo designación de responsabilidades y las garantías que aseguren que se proveerán los recursos adecuados para garantizar que el plan será implementado completamente.
- 8.3 Durante la vida del préstamo, la compañía deberá preparar y entregar un Reporte de Cumplimiento Ambiental y Social, en forma y contenido a satisfacción del BID. El reporte deberá elaborarse semestralmente durante el primer año de operación y posteriormente con una frecuencia anual durante el periodo de vigencia del Contrato de Préstamo.
- 8.4 El Banco realizará actividades de monitoreo de los aspectos ambientales, sociales y de seguridad e higiene a través de acciones de supervisión internas del Banco (p.ej., visitas al sitio, revisión de documentación, etc.) y por medio de consultores externos independientes que realizarán actividades específicas de supervisión/monitoreo. Adicionalmente, el Banco tiene el derecho, como parte del Contrato de Préstamo, de contratar la realización de una auditoría ambiental y de seguridad e higiene en caso de considerarlo necesario.

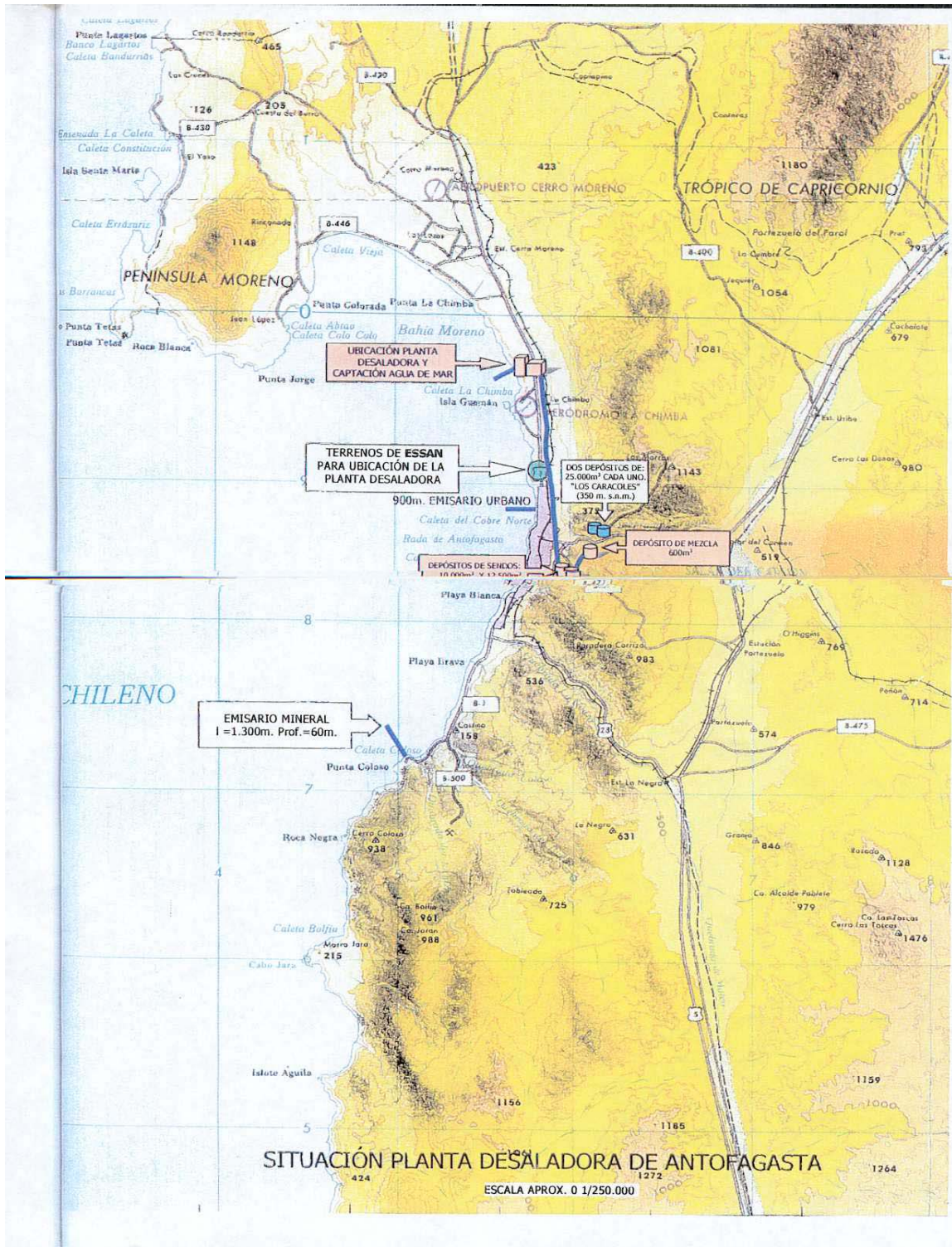
Tabla 1.
Requisitos de Calidad y Muestreos Según NCh409

Tipo de Control	Requisitos de Calidad	Nº Mínimo de Muestras	Distribución
BACTERIOLÓGICO	< 10% muestras mensuales > 1 col/100 ml	Muestras mensuales de acuerdo a N° habitantes: Mínimo 4 muestras para < 4.100 habs. Mínimo 500 muestras para > 4.690.000 habs.	Uniformemente en todo el servicio durante el mes
DESINFECCIÓN	< 20% muestras mensuales < 0,2 mg/l cloro libre residual < 5% total muestras 0,0 mg/l cloro libre residual	Muestras mensuales de acuerdo a N° habitantes: Mínimo 30 muestras para < 28.000 habs. Mínimo 500 muestras para > 4.690.000 habs.	Uniformemente en todo el servicio durante 20 o 30 días según N° de habitantes
FÍSICOS	Turbiedad < 5 NTU Color < 20 UC Inodora Insípida	Al menos 1 fuente superficial: una muestra semanal Sólo fuentes subterráneas: una muestra mensual	Uniformemente en todo el servicio durante el mes
QUÍMICOS	Concentraciones máximas para 21 elementos químicos	1 muestra anual por servicio como mínimo	---

Tabla 2
Exigencias de calidad impuestas por ESSAN en los punto 3 de la Circular Aclaratoria N°1 y de la Circular Aclaratoria N°2 de la Etapa de Licitación del Proyecto.

Turbiedad	< 1 N.T.U
Color	< 1 Pt – Co
Arsênico	< 0,005 mg/l
Cloruros	< 200 mg/l
Sulfatos	< 100 mg/l
SDT Permeado	< 400 mg/l
SDT Agua Producto	< 500 mg/l
Flúor	> 0,8 mg/l
Índice de Langelier (incrustaciones)	Positivo y $\leq 0,8$
Dureza media	100 < CaCo3 < 250 mg/l

Figura 1
Ubicación del Proyecto



Anexo 1
Anuncios de divulgación del Proyecto



Estimado(a) Sr(a) Cliente:

La Planta Desaladora de Agua de Mar ha hecho realidad un anhelo de los antofagastinos: contar con recursos hídricos que hagan sustentable el desarrollo humano y económico en el desierto más árido del mundo.

Después de los primeros esfuerzos realizados a fines del siglo XIX, en que se utilizaron plantas que evaporaban el agua de mar, los antofagastinos miramos durante largas décadas al mar, con la esperanza de encontrar en él la solución a la falta de agua que caracteriza a la región.

Abril del año 2003 permanecerá en la memoria y en la historia de nuestra ciudad, porque a contar del 1 de este mes la Planta Desaladora se encuentra en funcionamiento en forma oficial. Este hito nos permite decir, con satisfacción y alegría, que somos la primera ciudad de Latinoamérica que utiliza el mar como fuente de abastecimiento de agua potable para consumo humano, logro obtenido con el esfuerzo conjunto de ESSAN S.A. y el sector privado, representado por DESALANT S.A., sociedad de capitales españoles.

ESSAN S.A., sus directivos, ejecutivos y trabajadores en general se enorgullecen de anunciar a usted y familia este trascendental acontecimiento.

Renato Agurto Vargas
Gerente General ESSAN S.A.

Un sueño hecho realidad



Detalles del Proyecto Planta Desaladora

Inversión total	: US\$ 54 millones (dólares)
Fecha inicio obras	: septiembre de 2001
Fecha término obras	: marzo de 2003
Proceso de desalinización	: osmosis inversa
Capacidad total producción planta	: 600 l/s (52 millones de litros diarios)
Capacidad producción 1° módulo	: 150 l/s (13 millones de litros de agua diarios)
Capacidad producción módulos 2, 3 y 4	: 450 l/s
Fecha tentativa operaciones módulo 2	: 2005
Fecha tentativa operaciones módulo 3	: 2008
Fecha tentativa operaciones módulo 4	: 2011
Forma de financiamiento	: BOT (*) a 20 años plazo

(*) una empresa privada, en este caso DESALANT S.A., financia la construcción y administra el funcionamiento de la planta por un período de 20 años. Después de ese tiempo la propiedad de la planta y su administración pasa a ser de ESSAN S.A.



Desaladora Hoy

Cuando la Planta Desaladora produzca a plena capacidad, todos los clientes de la ciudad tendrán suministro con agua de esta fuente, en una mezcla con agua de origen cordillerano. Hoy, el primer módulo de la planta permite que el 19% del caudal total con que se abastece a la ciudad provenga del mar, mientras que una vez que la planta funcione a capacidad máxima, ese porcentaje se incrementará al 75%.

Principales Beneficios de la Planta Desaladora

- Produce agua potable de altísima pureza.
- Garantiza el abastecimiento de agua potable por los próximos 30 años.
- Aporta al crecimiento económico, al generar nuevos recursos hídricos disponibles para uso minero e industrial.
- Favorece el cuidado del medio ambiente, al disminuir la demanda, con fines de uso productivo, del agua de ríos y napas subterráneas de la región.



OSMOSIS INVERSA

La osmosis inversa es la tecnología de desalinización de uso más ampliamente difundido en el mundo. Plantas de este tipo operan en Estados Unidos, España, Italia, Corea, Grecia, Japón y en la Península Arábiga (Arabia Saudita, Emiratos Arabes Unidos, Kuwait, Qatar, Irán e Irak).

En este proceso se hace pasar el agua salada a través de filtros de membranas semipermeables, que separan la sal del líquido. Para ello se emplean bombas que generan presiones muy elevadas (hasta 700 metros de columna de agua). La sal es retenida por las membranas (después es devuelta al mar) y el agua puras es sometida a fases de post-tratamiento (ajustes de dureza y pH, cloración y fluoruración), para posteriormente ser enviada a consumo.

Su ventaja más sobresaliente es que no contamina el medio ambiente, ya que del proceso de desalación resulta sólo agua de rechazo con una mayor concentración de sal. Por ejemplo, si ingresa a tratamiento 1 litro de agua de mar con 1 gr. de sal, al mar es devuelto 1/2 litro de agua con ese mismo gramo de sal. Esta agua con mayor concentración salina no daña la flora y fauna que tienen como habitat el fondo marino, ya que al momento de descargarse al mar se produce un proceso de osmosis directa que rebaja esta mayor salinidad en forma instantánea a los niveles naturales del agua marina. Físicamente la descarga de salmuera se ubica a 200 metros mar adentro, mediante un emisario que tiene 4 boquillas en posición vertical a 6 metros del fondo del mar y a 14 metros de la superficie.



Origen: Delineo Creative/Infocrea/Pinter