



Versión final

Fecha
14 de febrero de 2020

Informe

Informe de experto PVW4A19069, Chile

G.J. van Heck

Índice

Índice 3

Prefacio	5
1 Objetivos y resultados esperados de la misión del experto	6
1.1 Objetivos y descripción de las actividades del experto	6
1.2 Resultados esperados	6
2 El agua en Arica y alrededores	7
2.1 Contexto geográfico e hidrológico	7
2.2 Caudales en los ríos	8
2.3 Gestión de los recursos hídricos	9
2.4 Calidad del agua y cantidad para la agricultura	11
2.5 Servicios de agua potable y aguas residuales	11
2.6 Humedal costero	14
3 Resumen	16
3.1 Principales problemas hídricos en Arica y alrededores	16
3.2 Recomendaciones	17
3.3 Actores que se deben implicar	18
3.4 Petición de información	19
3.5 Posibles ámbitos de cooperación con el sector hídrico neerlandés	19
4 Informantes y participantes en reuniones y contactos	20
4.1 Participantes e informantes en las reuniones y visitas mantenidas durante la estancia en Arica los días 18 y 19 de diciembre de 2019	20
4.2 Contactos	20

Prefacio

La Agencia Empresarial de los Países Bajos (RVO) ha solicitado a World Waternet (WWn) facilitar un experto para desarrollar una misión inicial en la ciudad de Arica (Chile).

El propósito de la visita a Arica es hacer un análisis rápido destinado a evaluar los principales problemas relacionados con la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) en la ciudad chilena de Arica (número de referencia PVW4A19069). Esta misión forma parte del programa «Partners for Water». El programa tiene como objetivo mejorar el abastecimiento y la seguridad del agua en diferentes países, entre ellos Chile. En julio de 2016, los Países Bajos y Chile firmaron una declaración de intenciones para colaborar en el ámbito de la seguridad del agua y la gestión integrada de los recursos hídricos. La contraparte de los Países Bajos es el Ministerio de Obras Públicas. El objetivo de la declaración de intenciones es facilitar el intercambio de conocimientos y experiencia entre organizaciones chilenas y neerlandesas (gobiernos, institutos de investigación y empresas), con un claro foco en analizar cómo las soluciones y los conocimientos neerlandeses pueden ayudar a mejorar la situación local.

Dentro de este marco de trabajo, la Embajada de los Países Bajos en Santiago ha recibido la solicitud de enviar un experto a la región de Arica para realizar una evaluación rápida de la GIRH y emitir sus recomendaciones.

En este informe se ofrecen los resultados de dicho análisis rápido realizado durante la misión inicial (18-19 de diciembre de 2019) y se esbozan las recomendaciones para mejorar la GIRH en la región de Arica.

1 Objetivos y resultados esperados de la misión del experto

1.1 Objetivos y descripción de las actividades del experto

Una misión a Arica con el objetivo de:

- Recabar información realizando un análisis rápido que se puede utilizar para ofrecer un asesoramiento inicial al alcalde de la ciudad de Arica y a la Embajada Neerlandesa.
- Como preparación de la visita, la Embajada hará una solicitud a la ciudad de Arica para que facilite información. Se contactará con el experto para que aporte su opinión sobre la solicitud de información.

1.2 Resultados esperados

Exploración de Arica

Como resultado de la exploración en Arica se esperan tres subproductos:

- 1) Un análisis rápido de la situación de los principales problemas en Arica, en el que se respondan al menos las siguientes preguntas:
 - a. ¿Cuáles son los principales problemas y sus causas?
 - b. ¿Qué medidas se pueden concebir para solucionar este problema?
 - c. ¿Quién es el responsable de los problemas y quién el responsable de la solución (a nivel institucional, financiero)?
 - d. ¿Cuáles son los efectos medioambientales y sociales de las medidas que se pueden concebir (positivos y negativos)?
 - e. ¿Se necesitan medidas de atenuación para las posibles soluciones?
 - f. ¿Cuál es la viabilidad económica y financiera de las soluciones?

El análisis también debe incluir una sinopsis de las partes implicadas a las que se ha entrevistado y qué información falta.

- 2) Una recomendación al alcalde de Arica sobre los pasos que se deben adoptar sobre el problema hidrológico, que se puede ofrecer a través de la Embajada Neerlandesa. Este asesoramiento trata de aspectos como la ulterior recopilación de datos, posibles soluciones (basadas en el análisis del problema), aspectos institucionales (legislación y reglamentos, gestión y compromiso de partes implicadas, el proceso de toma de decisiones, etc.), la financiación, el despliegue de tecnología (innovadora/neerlandesa), posibles socios, etc.
- 3) Un breve análisis de las oportunidades para el sector hidrológico neerlandés en Arica, usado por el programa Partners for Water y la Embajada Neerlandesa en Chile.

Se le solicita al experto que aporte un feedback rápido poco después de su visita a Arica al asesor de proyecto de Partners for Water y que debata la forma y el contenido esperados de los productos parciales. Los productos parciales se deben redactar en inglés.

2 El agua en Arica y alrededores

2.1 Contexto geográfico e hidrológico

Arica (230 000 habitantes) es la ciudad más septentrional de Chile y está ubicada al noroeste del país, en la costa del Océano Pacífico, a 10 km de la frontera con Perú. Dos ríos fluyen desde los Andes hacia el mar cerca de Arica: el río Lluta por la parte norte de Arica y el río San José que atraviesa la ciudad. Véase la figura 1. Las cuencas de estos ríos son los recursos hídricos para la ciudad de Arica y sus alrededores. El agua de los ríos y pozos se emplea para la producción agrícola y como agua potable. En Arica y sus alrededores se registra un volumen muy limitado de precipitación¹. Una excepción se produjo en enero de 2019, cuando fuertes lluvias provocaron inundaciones y daños en la zona.

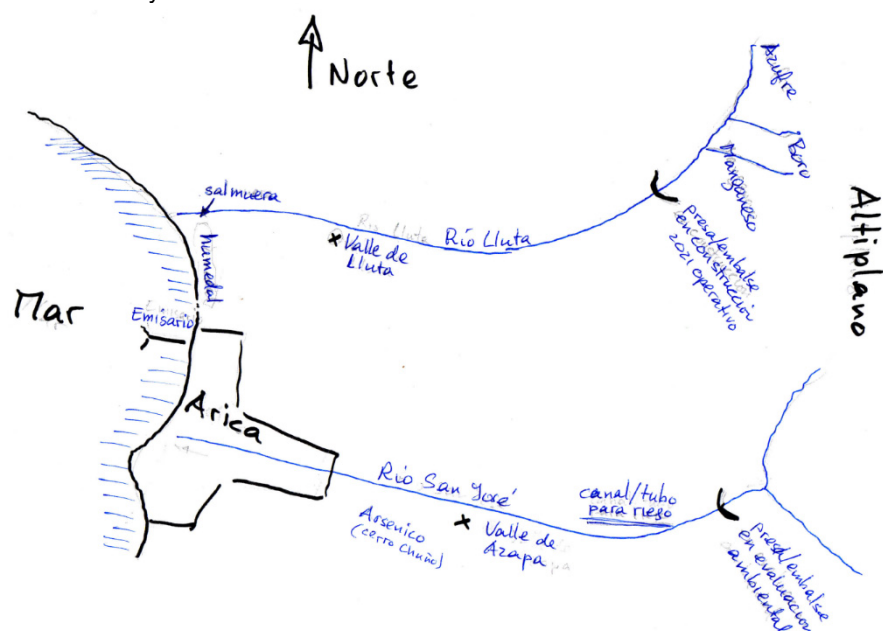


Fig. 1: mapa esquemático de la ciudad de Arica, el río Lluta y el río San José

El cauce del San José proporciona agua en la parte media y superior del valle de Azapa como resultado de las contribuciones pluviales. El río nace en la cordillera Central o límite occidental del Altiplano Andino. Sus cursos superiores son canales estrechos, ahocinados y sinuosos, lo que limita el desarrollo del suelo y la agricultura. En el curso medio, el cauce se ensancha. El río cuenta con caudal permanente, pero en cantidades pequeñas y solo en su curso superior, un recurso que se utiliza a nivel local para desarrollar agricultura de subsistencia. Solo en los meses del invierno del Altiplano —entre diciembre y marzo— llega al curso inferior e incluso al mar en forma de torrente aluvial. En los meses de excedentes hídricos en la precordillera se producen infiltraciones que recargan las napas subterráneas y/o alimentan las vertientes existentes en las secciones inferiores del cauce de descarga.

La cuenca del río Lluta está clasificada como preandina y tiene 147 km de longitud. Sus principales tributarios son el río Azufre y las Quebradas de Caracarani, Colpitas y

¹ La precipitación anual media en Arica en el período 1981-2010 es de 0,9 mm (Atlas del agua, Chile 2016)

Socoroma. Como la mayoría de las cuencas principales de la región, esta se caracteriza por la escasez o baja frecuencia de precipitaciones estacionales.

2.2 Caudales en los ríos

En la figura 2 se muestra el caudal medio en tres ubicaciones del río Lluta. De septiembre a diciembre prácticamente no fluye agua hacia el mar a través del río Lluta. El río San José es un río de verano que suele bajar con un caudal considerable de agua entre febrero y marzo. El resto del año, la desembocadura del río está seca. El Cuadro 1 aporta datos de flujo de los dos ríos.

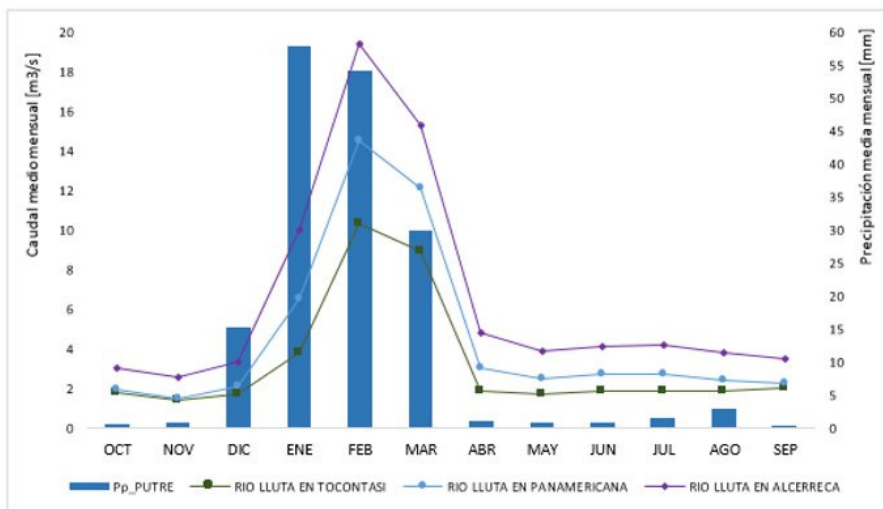


Figura 7.72 Caudal medio mensual en el río Lluta y su relación con la precipitación media. Fuente: elaboración propia.

Fig. 2: Caudal medio mensual en el río Lluta en relación con la precipitación media (fuente: Juan Pablo Rejas Bustos, *Análisis Integral De Soluciones A La Escasez Hídrica, Región De Arica Y Parinacota* 2016)

Cuadro 1: Comparación del cauce anual medio con el cauce medio en los años 2013-2014 (fuente: *Atlas del agua, Chile* 2016)

Punto en el mapa	Estación de medición	Caudal anual (m³/s)		Rango de caudal mensual (m³/s)	
		Media	Promedio 2013-2014	Mínimo	Máximo
1	Río Lluta en Alcerreca	1,9	1,3	0,5	17,9
2	Río Lluta en Panamericana	1,4	1,4	0,0	44,8
3	San José en Ausipar	1,1	1,0	0,0	17,7



Además de boro, el agua del río Lluta contiene altas cantidades de azufre y manganeso. En la desembocadura del río, 90 metros forman la línea de la marea más alta, y de allí se descarga salmuera para la planta de tratamiento del Valle de Lluta. En torno al valle de Azapa, en la cuenca del río San José, las aguas subterráneas contienen arsénico.

Río arriba en el Lluta se están construyendo una presa y un embalse que deben estar operativos en el año 2021. Actualmente se está realizando una evaluación medioambiental para la construcción de una presa y un embalse río arriba en el San José.

La aparición de riadas en ambas cuencas, al igual que eventos torrenciales de cierta magnitud tanto en volumen como en efectos, provocan la erosión del cauce, las tierras adyacentes y los suelos agrícolas circundantes. Esto provoca la pérdida de suelos productivos y sus cosechas, además de daños en los hidrantes y los sistemas de riego. Estas riadas aperiódicas también destruyen las carreteras y demás infraestructuras, ejercen un impacto sobre la ciudad y las zonas rurales, contribuyen al encenagamiento del puerto comercial y afectan a las playas por el transporte de partículas tanto suspendidas como sedimentadas hacia el sector costero.



Fig. 3: Desembocadura del río San José



Fig. 4: Operación de limpieza del valle seco del río San José organizada por el municipio de Arica (enero de 2017)

2.3 Gestión de los recursos hídricos

La Dirección General de Aguas (DGA) dependiente del Ministerio de Obras Públicas es la entidad responsable de la gestión de recursos hídricos en Chile. La DGA otorga

derechos para extraer aguas superficiales y subterráneas (de forma gratuita). Como resultado de la sobre extracción en el valle de Azapa, la cuenca fluvial del San José, en 1996 se promulgó un decreto que prohibía nuevas extracciones subterráneas. El valle del río Lluta está afectado por un decreto de escasez, que limita la concesión de nuevos derechos permanentes a una explotación provisional de las aguas subterráneas. Los problemas relacionados con la gestión de los recursos hídricos subterráneos en la región de Arica y Parinacota se ponen de manifiesto si nos fijamos en el Cuadro 2: el volumen comprometido es mucho mayor que el volumen disponible.

La legislación chilena permite la venta de derechos de explotación entre entidades públicas y/o privadas. En la región de Arica, la cantidad de agua que se puede extraer conforme a los derechos es mayor que la cantidad de agua disponible. La cantidad de agua extraída es inferior a los derechos otorgados, pero sigue pudiendo exceder la cantidad disponible. Véase el Cuadro 3. Las empresas privadas que suministran agua potable pueden adquirir derechos sobre el agua de particulares según el Código de Aguas. La superficie terrestre y las aguas subterráneas son bienes públicos y se otorgan de forma gratuita a través de derechos de explotación, con lo que se da vida al denominado «mercado del agua».

En el Cuadro 4 se ofrece la demanda estimada de agua por sector económico en la región de Arica y Parinacota. La agricultura es el mayor consumidor de agua en la región.

Cuadro 2: Volúmenes de aguas subterráneas (sostenible, disponible, comprometido y solicitado) en la región de Arica y Parinacota (fuente: Atlas del agua, Chile 2016)

Volumen sostenible ¹	Volumen disponible ²	Volumen total comprometido ³	Volumen total solicitado ⁴
39 735 360	56 607 120	161 126 520	185 882 911

Volúmenes en m³/año

¹ es la cantidad de agua asociada con la recarga de los acuíferos

² es la suma de los volúmenes sostenible y provisional estimados. El volumen provisional es la cantidad anual de agua asociada con los derechos para usar aguas subterráneas de tipo provisional

³ es la cantidad de agua que se corresponde con todos los derechos constituidos y reconciliados y con las solicitudes transmitidas

⁴ es la cantidad de agua anual que se corresponde con todas las solicitudes tanto resueltas como pendientes

Cuadro 3: Equilibrio de agua real y legal estimado (según los derechos otorgados) en las cuencas fluviales del Lluta y el San José (fuente: Gobierno de Chile, Análisis integral de soluciones a la escasez hídrica (segunda parte), región de Arica y Parinacota, 2017)

Cuenca fluvial	Equilibrio real (l/s)	Equilibrio legal (l/s)
Lluta Alto	-59	
Lluta Bajo	+983	
Lluta (total)	+924	-5969
San José Azapa Alta	+29	
San José Bajo	-1130	
San José (total)	-1101	-2108

Nota: + significa que la cantidad extraída es menor que la cantidad disponible, - significa que la cantidad extraída es mayor que la cantidad disponible

Cuadro 4: Demanda de agua estimada por sector económico en la región de Arica y Parinacota (fuente: Atlas del agua, Chile 2016)

Sector	Demanda de agua (m ³ /s)
Agricultura	3,71
Agua potable	0,96
Industria	0,25
Total	4,92

2.4 Calidad del agua y cantidad para la agricultura

Para la agricultura, la calidad del agua del río San José es mejor que la del río Lluta. Alrededor del río San José se pueden cultivar frutas y hortalizas, mientras que alrededor del río Lluta esto no es posible. El río Lluta destaca en el acuífero superficial por altos contenidos de boro (B) (Aquaconsult Inc. Ltda., 1998). El boro (B) es un elemento poco abundante en la litosfera. La concentración de boro en el río Lluta oscila entre los 16 y los 25 mg/L. Para obtener agua «de una calidad razonable», los agricultores de la cuenca del río Lluta evaporan agua río arriba «de poca calidad» en albercas poco profundas para reducir el porcentaje de boro y azufre. De esta forma mejora la calidad del agua río abajo y se reduce la cantidad de agua. El origen del boro y el azufre es geológico.

Para el riego permanente del valle de Azapa se construyó en la década de 1960 un canal que transporta agua desde la cuenca del río Lauca, un río internacional con aguas compartidas con Bolivia. Esta infraestructura se sigue usando actualmente, pero presenta fugas y evaporación en su trayecto hasta el valle de Azapa. En el río San José se construyó una tubería de 17 km de longitud para incrementar la cantidad de agua disponible para el riego y controlar mejor la extracción de agua. A pesar de que la obra se finalizó, esta tubería no está en funcionamiento, ya que la comunidad local no está dispuesta a ver restringido el uso exacto de sus derechos. En consecuencia, se sigue utilizando el canal de riego original. 200 l/s de un total de aprox. 650 l/s se filtran en el subsuelo desde este canal. La capacidad original del canal era de 1000 l/s.

2.5 Servicios de agua potable y aguas residuales

La producción de agua potable y los servicios de aguas residuales en Arica corren a cargo de la empresa Aguas del Altiplano S.A. Esta compañía cuenta con una concesión hasta el año 2034. La compañía presenta planes quinquenales a la autoridad supervisora/reguladora nacional, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SiSS), en los que se describe cómo proporcionarán los niveles de servicio necesarios en los siguientes cinco años, así como el presupuesto necesario (incluidos los aspectos de la inversión, el funcionamiento y el mantenimiento). El plan incluye actividades para reducir el agua no facturable. La SiSS revisa los planes y determina las tarifas del agua.

Aguas del Altiplano S.A. cuenta con cuatro sedes de producción de agua potable donde las aguas subterráneas se extraen a través de pozos. Las dos sedes más grandes se encuentran en el valle de Azapa (río San José) y el valle de Lluta (río Lluta). La demanda de «agua potable» en Arica es de 610 l/s. El agua sin ingresos está en torno al 25 %.

Los habitantes de Arica no confían en el agua potable suministrada por Aguas del Altiplano S.A. Especialmente la presencia de boro en el agua supone una

preocupación para la población. La norma chilena NCh 409/1 (norma de calidad del agua potable) no regula este parámetro. El Ministerio de Salud toma muestras de agua potable de grifos de la red de distribución para analizar 5 metales y la calidad microbiológica. Aguas del Altiplano S.A. también toma muestras y analiza la calidad del agua de las sedes de producción y en la red de distribución.

Las aguas residuales de Arica se acumulan y se transportan a la estación de bombeo de aguas residuales que hay cerca de la playa de Chinchorro. En dicha estación, el agua pasa dos cribas con aberturas de 50 y 6 mm, respectivamente. Tras este «tratamiento», una media de 470 l/s de aguas residuales se bombea a través de una tubería hasta la bahía. La tubería tiene una longitud de 2160 metros desde la playa. Se encuentra en el lecho marino y la abertura está a 18 metros por debajo del nivel del mar (véase en la figura 5 la línea roja con el texto «emisario submarino Chinchorro»). Chile reconoce los emisarios submarinos como sistemas de tratamiento.

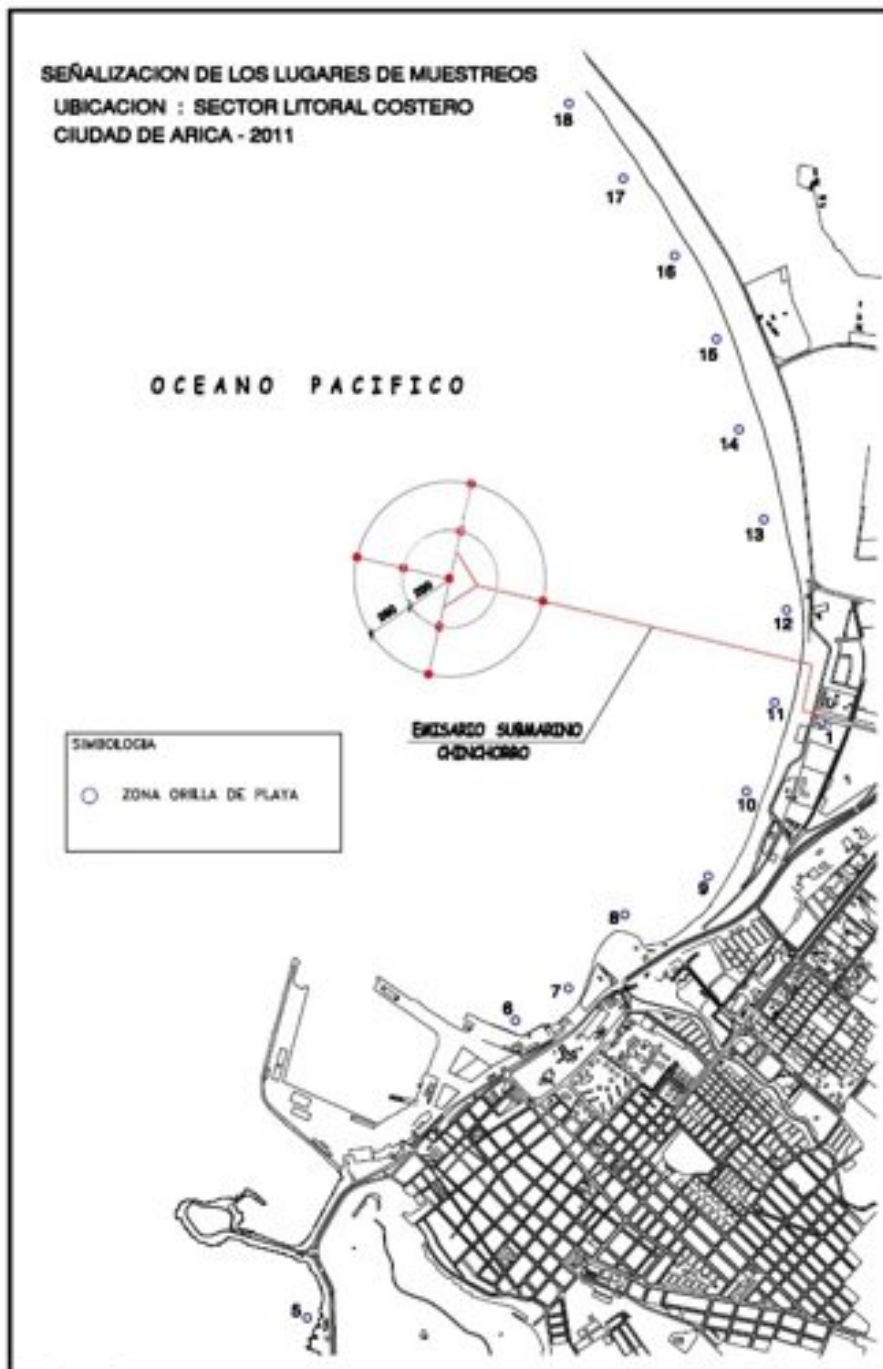


Fig. 5: Tubería de descarga de aguas residuales y punto de muestreo de agua a lo largo de las playas de Chinchorro y Las Machas en Arica (fuente: Aguas del Altiplano S.A.)

El Ministerio de Salud toma muestras de agua a lo largo de la costa de la playa de Chinchorro (véanse las cifras en la figura siguiente). Si el agua no cumple las normas establecidas para las aguas recreativas (NCh 1333), parte de la playa se cierra. En general, una vez al año, cuando el agua fluye a través del río San José hasta la bahía, el agua incumple la norma y partes de la playa se cierran periódicamente.

La figura 6 muestra que la descarga de aguas residuales llega a la costa y penetra en la «Zona de Protección Costera», que abarca las playas de Las Machas y Chinchorro. El descenso del río San José se produce entre febrero y marzo, y durante este período la playa se suele cerrar debido al incremento en el número de bacterias coliformes. No hay estudios que demuestren que este incremento se deba a la contribución de las aguas del río. No hay estudios disponibles de las corrientes marinas ni tampoco estudios sobre la capacidad de dispersión de la carga de contaminante. Cuando se instaló la tubería en 1987, los reglamentos medioambientales existentes no requerían dichos estudios, y los reglamentos medioambientales actuales no son aplicables.



Fig. 6: Foto del agua decolorada en el extremo de la tubería de descarga de aguas residuales frente a la playa de Las Machas en Arica (fuente: Loreto Miranda Salinas)

2.6 Humedal costero

Justo al sur de la desembocadura del río Lluta hay un humedal costero (véanse las figuras 1 y 7) que está enmarcado por el radio urbano. Desde 1987 ha habido varias iniciativas para proteger la zona. El humedal presenta una gran diversidad ornitológica: entre aves migratorias y residentes se alcanza un récord de 167 especies, lo que equivale al 30 % de la avifauna nacional. Aunque parte del humedal cuenta con estatus protegido (30 hectáreas) y hay presentes agentes municipales durante el día, el humedal se está contrayendo, la flora y la fauna se ven alteradas y la cantidad de agua superficial está disminuyendo. La salmuera de la planta de agua potable del Valle del Lluta se descarga en la desembocadura del río Lluta, cerca del humedal.



Fig. 7: Humedal del Lluta y desembocadura del río

3 Resumen

3.1 Principales problemas hídricos en Arica y alrededores

Caudales del río Lluta y el río San José

Los caudales de los ríos fluctúan considerablemente a lo largo del año. De septiembre a diciembre prácticamente no fluye agua hacia el mar a través del río Lluta. El río San José baja con un caudal considerable en febrero y marzo. El resto del año, la desembocadura del río está seca. Los picos de caudal erosionan con regularidad el lecho fluvial, las tierras adyacentes y los suelos agrícolas, dañan la infraestructura y contribuyen al encenagamiento del puerto y la contaminación de las playas.

Calidad del agua en las cuencas del río Lluta y el río San José

El agua del río Lluta contiene altas cantidades de boro, azufre y manganeso. En torno al valle de Azapa, en la cuenca del río San José, las aguas subterráneas contienen arsénico.

Gestión de los recursos hídricos

Los derechos otorgados para las aguas extraídas superficiales y subterráneas exceden el agua disponible. No obstante, este estudio no arroja una imagen clara de la medida en que el volumen de agua extraído excede el volumen de agua sostenible, y todos los informantes coinciden en que la disponibilidad del agua en la región está disminuyendo y que cada vez hay más estrés hídrico.

Agricultura

En las cuencas fluviales se llevan a cabo actividades agrícolas. Para hacer el agua del río Lluta adecuada para la agricultura, se emplea un método que supone la pérdida de gran parte de agua a través de la evaporación. El agua de los canales de riego se pierde debido a fugas. Una tubería construida para reducir la pérdida de agua debido a las fugas e incrementar el control de los volúmenes extraídos no se pudo poner en marcha.

Servicios de agua potable y de aguas residuales

La producción de agua potable y los servicios de aguas residuales en Arica corren a cargo de la empresa Aguas del Altiplano S.A. Los habitantes de Arica no confían en el agua potable. La población está preocupada especialmente por la presencia de boro en el agua. La norma chilena NCh 409/1 (norma de calidad del agua potable) no regula este parámetro. El agua sin ingresos está en torno al 25 %.

Las aguas residuales de Arica se acumulan y, tras pasar por dos cribas con aberturas de 50 y 6 mm, una media de 470 l/s de aguas residuales se bombea a través de una tubería de 2160 m hasta la bahía a 18 metros bajo el nivel del mar frente a la playa de Chinchorro. Chile reconoce los emisarios submarinos como sistemas de tratamiento.

El Ministerio de Salud toma muestras de agua a lo largo de la playa. Si el agua no cumple las normas establecidas para las aguas recreativas (NCh 1333), parte de la playa se cierra. Según el Ministerio, esto tiene lugar por lo general una vez al año, cuando el agua fluye hasta la bahía a través del río San José.

Humedal costero

Justo al sur de la desembocadura del río Lluta hay un humedal costero que ofrece una gran diversidad ornitológica. Aunque parte del humedal cuenta con estatus de protección, la zona se está reduciendo, al igual que la biodiversidad.

3.2 Recomendaciones

En este capítulo se ofrecen una serie de recomendaciones que tienen el potencial de mejorar la perspectiva sobre la situación hídrica en Arica y alrededores y conseguir una gestión sostenible de los recursos hídricos (desde el desarrollo de estrategias y la planificación hasta la monitorización y el cumplimiento legal) en la zona.

1. Elaboración de modelos de las corrientes en la bahía de Chinchorro aplicando la capacidad y los conocimientos sobre elaboración de modelos de la Universidad de Tarapacá.
 - a. Difusión de la descarga de aguas residuales y contaminación en la bahía
 - b. Caudales en el río San José (con y sin presa) y efecto de la contaminación sobre la bahía y la erosión costera
2. Desarrollo de un plan e inicio de la implementación para una gestión integrada de los recursos hídricos sostenible en las cuencas fluviales del Lluta y el San José:
 - a) Aplicación de resultados de estudios (piloto) en otras áreas de Chile (p. ej. la cuenca del Elqui) para conseguir una gestión integrada de los recursos hídricos sostenible
 - b) Estudio del plan de la cuenca fluvial para Arica y Parinacota de la central de la DGA (su existencia era conocida por la DGA de Arica, no así los contenidos del plan)
 - c) Aprovechamiento de las acciones relacionadas con la gestión integrada de los recursos hídricos tal como se definen en el plan estratégico «Agenda del sector de los servicios sanitarios 2030» de la SiSS
 - d) La mejora de la eficiencia hidrológica debe formar parte de este enfoque
3. Realización de un análisis del futuro modelo económico (también conocido como análisis PESTEL² por sus siglas en inglés) de la región y de la futura demanda de agua (potable, para riego, etc.) en las cuencas fluviales del Lluta y el San José.
4. Realización de un estudio de la disponibilidad histórica de recursos hídricos en las cuencas del Lluta y el San José (usando en la medida de lo posible los datos existentes, véase también la recomendación n.º 9) y creación de un análisis de escenarios de los recursos hídricos en el futuro tomando en consideración los cambios medioambientales (p. ej. el cambio climático) y otras alteraciones (p. ej. la construcción de presas).
5. Realización de un estudio de viabilidad de las posibilidades de mejorar la calidad del agua de la cuenca fluvial del Lluta, especialmente su contenido de boro, de cara a la producción de agua potable y para el riego. Primero con un estudio de referencia fiable sobre la dinámica y el alcance de la contaminación por boro. Hay varias publicaciones sobre este tema, incluido un estudio sobre una planta piloto de eliminación de boro en el río Lluta publicado por investigadores de la Universidad de Tarapacá.
6. Realización de un estudio de viabilidad para la construcción de una planta para la producción de agua para el riego y otros usos no potables (agricultura,

² Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal (Político, Económico, Social, Tecnológico, Medioambiental, Legal)

riego municipal, humedal, etc.). Este estudio debe incluir el coste del ciclo vital, el impacto sobre el medio ambiente (positivo y negativo), la aceptación social, el consumo o la producción de energía, el impacto sobre la demanda de agua potable, la disponibilidad a pagar y los derechos sobre el agua.

La opción de usar aguas residuales y construir una planta de tratamiento de aguas residuales para la producción de agua para el riego parece razonable porque, entre otros factores, las aguas residuales ya no se descargan sin tratamiento y el tratamiento de las aguas residuales es generalmente más barato y más eficiente energéticamente que la desalinización del agua. En La Serena está funcionando una pequeña planta de aguas residuales para la producción de agua de riego.

7. Demostración a los habitantes de Arica de que el agua potable es apta para consumo humano y que la calidad de dicha agua cumple las normas de agua potable tanto de Chile como de la Organización Mundial de la Salud, en especial las normas relativas al boro y el arsénico, a fin de ganarse su confianza.
8. Reconocimiento de la importancia del humedal de Arica para la biodiversidad de las especies locales y migratorias y también del rol que puede desempeñar en la prevención de las riadas, el control de la polución del agua, la mejora del turismo y otros resultados positivos, así como la definición de estrategias para preservar y proteger el humedal.
9. Utilización de la capacidad de la Universidad de Tarapacá para analizar los datos disponibles relacionados con la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua potable, las muestras de aguas recreativas, etc.
10. Generación de capacidades en las autoridades y (futuros) profesionales de la gestión de cuencas fluviales y la conservación de la naturaleza, con una comprensión de la evolución de los ecosistemas y los recursos hídricos.

Refuerzo de la coordinación entre las partes implicadas en la gestión integrada de los recursos hídricos teniendo en cuenta el fomento, la creación y el desarrollo de la iniciativa descrita como «ITA», Instituto de Investigación sobre Tecnologías Hidrológicas Aplicadas, descrita en el párrafo 4, punto 2 del anexo a la declaración de intenciones del 15 de enero de 2016.

3.3 Actores que se deben implicar

El éxito de la posterior elaboración e implementación de las recomendaciones depende en gran medida del involucramiento y la colaboración inicial de diferentes partes interesadas y relacionadas con los problemas. Los actores que se deben involucrar debido a sus responsabilidades relacionadas con los problemas son, al menos:

- La Dirección General de Aguas (DGA) dependiente del Ministerio de Obras Públicas es la entidad responsable de la gestión de recursos hídricos en Chile
- La SISS, la autoridad supervisora/reguladora nacional de agua y servicios sanitarios, es responsable de regular las normas de agua potable y de aguas residuales, establecer tarifas y planes y supervisar el cumplimiento legal
- El municipio es el responsable de la protección del humedal
- El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud tienen responsabilidad en relación con los reglamentos y el cumplimiento legal en cuanto a la calidad del agua de los cuerpos acuáticos marinos

- Autoridades regionales y municipales

3.4 Petición de información

Para contribuir a la implementación de las acciones anteriormente mencionadas, es necesario que los siguientes actores y/o instituciones suministren la siguiente información:

- Oficina central de DGA: Plan de cuenca fluvial para Arica y Parinacota.
- SiSS o Aguas de Altiplano S.A.: planes quinquenales para la producción de agua potable y la gestión de las aguas residuales. Estos planes permiten conocer en profundidad el rendimiento, los riesgos y los costes de gestión de los sistemas ya existentes, así como la demanda histórica y futura de agua.
- Ministerio de Salud, Altiplano, SiSS: muestras de la calidad del agua.
- DGA: datos de la calidad y la cantidad de las aguas superficiales y las aguas subterráneas.
- Municipio de Arica: cantidad de agua usada para el riego.
- Municipio de Arica: desarrollos de planificación demográfica, económica y espacial.

3.5 Posibles ámbitos de cooperación con el sector hídrico neerlandés

- Enfoque integrado hacia la gestión de los recursos hídricos y la cuenca fluvial
- Experiencia en el tratamiento de aguas
- Experiencia en el ciclo hidrológico
- Elaboración de modelos de erosión costera y corrientes de agua
- Conservación natural
- Elaboración de modelos de cuenca fluvial
- Construcción de capacidades y transferencia de conocimientos en relación con lo anterior
- Construcción de soluciones basados en principios de *“trabajar con la naturaleza”*

4 Informantes y participantes en reuniones y contactos

4.1 Participantes e informantes en las reuniones y visitas mantenidas durante la estancia en Arica los días 18 y 19 de diciembre de 2019

- Javier Díaz Calderón, Loreto Miranda Salinas, Cristóbal Castro, Juan Pablo Rejas: estas personas me han transportado, me han mostrado Arica y alrededores y me han facilitado información sobre los problemas hídricos
- En la oficina del alcalde con la autoridad sanitaria, la SISS, los 3 directores de gabinete de los diputados de la región, las autoridades municipales de Arica, seminario de obras públicas, concejales locales, el director de zona de Aguas del Altiplano, profesionales de diferentes ONG, profesionales de la Universidad de Tarapacá, prensa local
- Visita a la planta de bombeo de aguas residuales, a la planta de agua potable Valle de Lluta y reunión en las oficinas de Aguas de Altiplano S.A.: Leonel Avendaño Seguic, Pollyana Rivera Bigas, Orlando Vargas Garrido
- Visita a los humedales y al río Lluta: Javier Díaz Calderón, Loreto Miranda Salinas, Cristóbal Castro
- Ministerio de Salud: Leonor Robles, Vicedirectora del Laboratorio de Salud Pública. Región de Arica y Parinacota
- Reunión con el inversor en hoteles y viviendas (José González), partes interesadas locales y visita a los humedales (>15 personas).
- Ministerio de Obras Públicas, DOH, DGA: Walton O'Bryan, Cristian Saiz.
- Reunión del Consejo de Monitorización del Río Lluta y sus Tributarios: ing. Juan Pablo Rejas, Presidente Don Miguel Bruna, Secretaria Doña Gloria Huanca y Directora Soraya Pavleon

4.2 Contactos

RVO: Wendele van der Wiele: wendele.vanderwiele@rvo.nl

Embajada neerlandesa en Chile:

- Harman Idema, Embajador: stg@minbuza.nl
- Frans E. Janssen, experto en agua: frans.janssen@minbuza.nl
- Lisette den Breems: lc-den.breems@minbuza.nl

SISS Santiago:

- Vanida Salgado: vanisalis@gmail.com
- Gálvez O. Víctor: vgalvez@siss.gob.cl
- Zamorano S. Gabriel: gzamorano@siss.gob.cl

Arica:

- Javier Díaz Calderón: jdiazcal@yahoo.es
- Loreto Miranda Salinas: loreto.leticia@gmail.com
- Cristóbal Castro: ccastro@academicos.uta.cl
- Juan Pablo Rejas: juanpablorejasm@gmail.com