

41

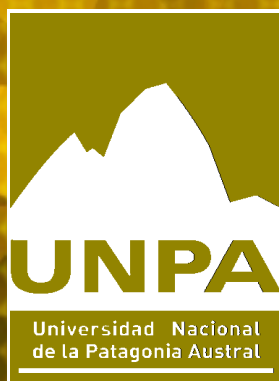
ENCUENTRO DE INVESTIGADORES, BECARIOS Y TESISISTAS DE LA PATAGONIA AUSTRAL

LIBRO DE RESUMENES

ISBN: 978-987-3714-37-5



9 789873 714375





**IV ENCUENTRO DE INVESTIGADORES,
BECARIOS Y TESISISTAS DE LA
PATAGONIA AUSTRAL**

• **Caleta Olivia, Santa Cruz**

21 de Octubre de 2016

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

La Secretaría de Ciencia y Tecnología, conjuntamente con la Secretarías de Investigación y Postgrado de las Unidades Académicas de la Universidad Nacional de la Patagonia, organizaron el 4º Encuentro de Investigadores de Patagonia Austral, Becarios y Tesisistas. Este evento, se desarrollará en la Unidad Académica Caleta Olivia.

El encuentro tiene por objetivo crear un espacio para el intercambio de ideas entre Investigadores, becarios de investigación (UNPA, FBSC, CIN, ANPCYT, CONICET, etc) y tesisistas (UNPA y otros), que desarrollan diferentes líneas temáticas y que realizan su actividad en la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, de modo de fomentar la vinculación y potenciar el desarrollo coordinado de actividades I+D+i entre los mismos. Como estrategia de difusión de las producciones, la publicación es compartida de manera gratuita con entidades del Sistema Científico Nacional y organizaciones gubernamentales y de la sociedad civil, para visibilizar el trabajo desarrollado por los grupos.

Los trabajos corresponden a síntesis generales de Líneas de Investigación o de Proyectos de Investigación, de modo de promover su difusión en la comunidad científica y su discusión abierta entre pares, fomentando el trabajo cooperativo.

En esta edición el encuentro estuvo abierto a la presentación de artículos cortos, con exposición de pósters, en dos categorías:

- **GRUPOS DE INVESTIGACIÓN**
- **BECARIOS DE INVESTIGACIÓN Y TESISISTAS**

En el caso de los Grupos de Investigación, las presentaciones están asociadas a alguno de los siguientes Institutos:

- **CS. DEL AMBIENTE, SUSTENTABILIDAD Y RECURSOS NATURALES (ICASUR)**
- **CULTURA, IDENTIDAD Y COMUNICACIÓN (ICIC)**
- **EDUCACIÓN Y CIUDADANÍA (IEC)**
- **SALUD E INTERACCIÓN SOCIO-COMUNITARIA (ISISC)**
- **TECNOLOGÍA APLICADA (ITA)**
- **TRABAJO, ECONOMÍA Y TERRITORIO (ITET)**

Comisión de Ciencia y Tecnología:

Sandra Casas - Secretaria de Ciencia y Tecnología
Larry Andrade - Secretaria de Investigación y Postgrado UASJ
Eduardo Mac Donald - Secretaria de Investigación y Postgrado UACO
Marcela Arpes - Secretaria de Investigación y Postgrado UARG
Mabel Moran - Secretaria de Investigación y Postgrado UART

La elaboración del Libro de Resúmenes del IV ENCUENTRO DE INVESTIGADORES, BECARIOS Y TESISISTAS DE LA PATAGONIA AUSTRAL, es producto del trabajo colaborativo del equipo que integra la Secretaría de Ciencia y Tecnología.

Colaboradores:

Asueta, Daniel R.
Ismach, Lilian R.
Llaneza, Valeria C.
Palavecino, Juana A.
Paredes, Claudia L.
Vivar, Claudia S.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA PRELIMINAR PARA LA ADECUACIÓN AMBIENTAL DE PLANTAS DE OSMOSIS INVERSA, LA RIOJA

Vicente Calbo^{1,2}, Cecilia Baldo¹, Rubén Soule¹, Manuel Mercado¹, Cecilia Munuce¹, Mónica Alitta¹, Esteban Díaz¹, Jorgelina Carrizo¹

¹GAIA, Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja

²CENIIT, Centro de Investigación e Innovación Tecnológica, Universidad Nacional de La Rioja

CONTEXTO

El GAIA, Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales de la Facultad Regional La Rioja, Universidad Tecnológica Nacional tiene una trayectoria de más de 10 años, investigando y asesorando en temas ambientales. El GAIA es un grupo de consulta por parte del estado provincial, entre otros demandantes.

El IPALaR, Instituto Provincial del Agua, organismo encargado de administrar los recursos hídricos, en el marco de un convenio interinstitucional, plantea a este grupo los problemas ambientales que eventualmente se le presentan.

RESUMEN

Un diagnóstico del IPALaR, recomienda la revisión operativa de sus plantas de ósmosis inversa (OI), teniendo en cuenta los aspectos ambientales. El trabajo ha sido solicitado al GAIA que acaba de iniciarlo, hasta el momento se ha realizado el relevamiento de estas plantas y zonificado el estudio según un criterio de circuitos viales a recorrer, para optimizar los tiempos de visita y recolección de datos.

Ya se ha evaluado la situación operativa de tres plantas del sur de la provincia. Se recomienda hasta el momento un procedimiento para la operación de cada planta revisada y realizar el tratamiento de las aguas de rechazo, que actualmente se vierten en las inmediaciones. El contenido salino varía en cantidad y calidad. Se recomienda de manera preliminar la evaporación (McCabe and Smith), y la disposición final de los productos, en este caso en las salinas del sur, en límite de La Rioja con San Juan.

La composición de las sales se asemeja a las que se emplean en los suplementos dietarios del ganado por lo que otra alternativa en análisis es su aprovechamiento para la fabricación de los panes empleados en su dieta.

Otra alternativa a evaluar es reinsumir el agua de rechazo en acuíferos de mala calidad de la misma cuenca subterránea.

Palabras clave: ambiente, plantas, ósmosis inversa.

1. INTRODUCCION

El tratamiento de aguas salobres con filtros de OI es una tecnología muy desarrollada y de amplia aplicación a diversas escalas y en diversos ámbitos.

Entre otros usos, se emplea en la desalinización de agua de mar y para el tratamiento de aguas salobres superficiales o subterráneas.

La OI se basa en la aplicación de una presión sobre una disolución acuosa concentrada en sales, para forzar el paso de la misma a través de una membrana semipermeable, que selectivamente permite el flujo de agua, reteniendo la mayor parte de las sales inicialmente presentes en el agua cruda (Brown, G.).

Mediante la OI se pueden retener sales, compuestos orgánicos, microorganismos y partículas.

El proceso comienza con el ingreso de agua salobre con alta concentración salina y a una alta presión, a la zona de membranas de OI desde donde salen dos efluentes, uno de agua desalinizada que va a ser acondicionada para el consumo humano y animal y otro de una salmuera con una concentración salina muy superior a la del agua cruda de ingreso (Perry, R.).

Las sales de rechazo son un recurso aprovechable, teniendo en cuenta que en La Rioja, la producción ganadera toma cada vez más relevancia y que en esta actividad se requieren sales como suplementos dietarios de los animales (IPALaR).

En los bovinos la alimentación se compone de materiales sólidos (forraje) y agua, que además de otros tipos de nutrientes, aportan minerales necesarios para la supervivencia y crecimiento de los animales.

Los minerales conforman un grupo de nutrientes limitante en la producción animal y su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo o en productos tales como leche, carne, cuero, etc.

Como consecuencia de limitaciones en la composición del suelo, suelen imponerse restricciones nutricionales a los pastos por lo que la mayoría de las pasturas no satisfacen totalmente las necesidades de minerales en la dieta de los bovinos. La escasa disponibilidad de minerales en el suelo afecta a los forrajes restando la concentración del elemento deficiente en los tejidos vegetales e influyendo en su crecimiento de forma negativa. Por eso es que la acción nutritiva del forraje es acompañada y complementada por la ingestión periódica de agua. La necesidad de un mayor o menor consumo de agua, como fuente importante de minerales, depende de factores tales como: su calidad, ambiente, intrínsecos del animal y externos.

Todos ellos interactúan y terminan definiendo el nivel del consumo de agua; aunque podría hacerse una buena aproximación al considerar que un animal adulto puede consumir aproximadamente entre el 8 al 10% de su peso en agua.

Con respecto a la calidad del agua, son importantes su acidez (pH 6 a 8), las sales disueltas totales (<4000

mg/l), su dureza (<200 mg/l), contenido de sulfatos (<500 mg/l), de cloruros (<2000 mg/l), de nitratos (<100 mg/l), de elementos tóxicos, de polvo en suspensión precipitado y de la presencia de algas.

El déficit de minerales y oligoelementos del agua y de las pasturas requiere suplementación mineral, acción de administrar un alimento o mezcla de alimentos, que se agregan a otro que se llama la dieta base (Kugler N.).

La suplementación tiene entre otros, como objetivos: incrementar la producción animal, mejorar la utilización de la pastura cultivada o pastizal natural, cubrir los requerimientos básicos de los animales (proteínas, minerales) en casos de emergencias (sequías), etc. En el caso de la suplementación mineral, es específicamente para cubrir requerimientos minerales puntuales.

Retomando las alternativas para la disposición del rechazo, se aprecia a priori, que en algunas plantas de OI de mayor capacidad, la evaporación puede no ser viable por las extensiones y las inversiones que requiere, en tal caso se evaluará la reinyección de la salmuera en las napas salobres de calidad inferior y que no son aprovechables (Ramos G.).

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

La investigación se desarrolla en base a dos líneas, por un lado se analiza la optimización de la operación de las plantas de OI y la disposición final del rechazo.

Por otro lado se evalúa la composición de las sales de los rechazos y las eventuales correcciones para su empleo como suplemento dietario del ganado en los panes de sal para los lamederos,

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Se realizaron reconocimientos en tres plantas de OI, se evaluó la zona de vertido del rechazo y del agua de limpieza de los filtros. En base a esto se ha confirmado la información provista por el IPALaR autoridad de aplicación de las normativas provinciales sobre agua.

El impacto ambiental en estos casos es bajo (Diagrama de Pareto) pero de efecto acumulativo (Tabla 1), según criterio establecido por el Banco Mundial.

Tabla 1: Valoración ambiental de las operaciones de Ósmosis Inversa (Fuente IPALaR).

Causa	Efecto ambiental	Calificación del efecto
Efluentes de las Plantas de ósmosis	Contaminación de suelo y aguas	Impacto acumulativo
Lavado de las Membranas de las Plantas de Ósmosis	Contaminación de suelo y aguas	Impacto acumulativo

Se ha efectuado el relevamiento de las plantas de OI en base a la información aportada por el IPALaR. De las diecisiete que se instalaron en toda la provincia, se ha suspendido la operación de tres de ellas ya que fueron reemplazadas por un servicio continuo de provisión de nueva fuente local apta para consumo humano o por la construcción y puesta en marcha de un acueducto, caso de Chemical. Las plantas originalmente instaladas se consignan en la figura 1.

Con el fin de optimizar los recursos, las plantas operativas se dividieron en grupos, en función de la conectividad vial, a fin de lograr recorridos óptimos que permitan recorrerlas en una jornada.

También se procedió así para evaluar la metodología empleada y producir ajustes en los grupos subsiguientes. El primer grupo se consigna en la tabla 2.

Tabla 2: Localización de las plantas de OI evaluadas (Fuente IPALaR).

Localidad	Entrada (m ³ /h)	Latitud SUR	Longitud OESTE
TALVA (7)	70	30°45'21''	66°12'43''
EL BORDO (8)	18	30°34'08''	65°58'35''
CHEPES (3)	12	31°20'08''	66°35'14''

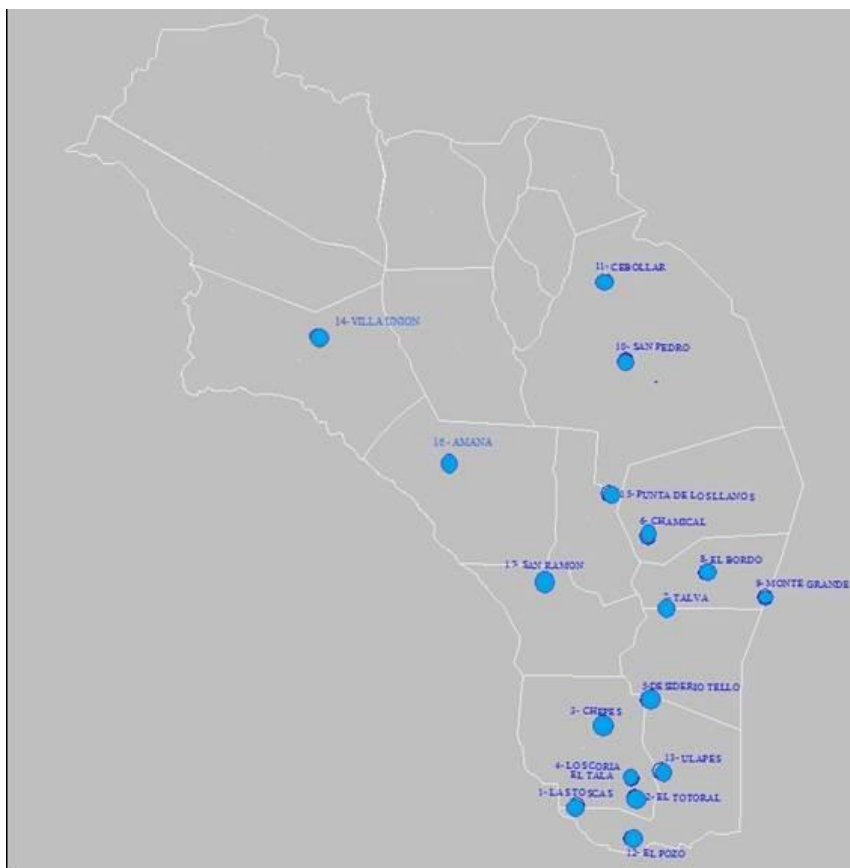


Figura 1: Ubicación de las plantas de OI. Fuente IPALaR.

En los laboratorios del IPALaR se efectuaron los análisis fisicoquímicos de rutina del agua cruda y del agua tratada en las plantas consideradas. Estos

resultados, y los valores de referencia, se muestran en las tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la planta de TALVA

Análisis fisicoquímico de muestras de agua planta OI de TALVA			
Parámetros	Agua cruda	Agua tratada	Límite permitido
pH	7,4	7,5	6,5 - 8,5
Color	Incolora	Incolora	Incolora
Conductividad (UMHO/CM)	12320	514	2
Sólidos totales (mg/l)	7740	235	1500
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	-	0	500
Bicarbonatos (mg/l)	106	12	900
Carbonatos (mg/l)	0,01	0,01	
Cloruros (mg/l)	2792	79	400
Sulfatos (mg/l)	2051	38	400
Fluoruros (mg/l)	1,6	0,2	2
Arsénico (mg/l)	0,005	0,000	0,05
Calcio (mg/l)	632	4	
Magnesio (mg/l)	38	3	

Potasio (mg/l)	90	4	
Sodio (mg/l)	1978	69	200

Tabla 4: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la planta EL BORDO

Análisis fisicoquímico de muestras de agua planta OI EL BORDO			
Parámetros	Agua cruda	Agua tratada	Límite permitido
pH	7	7,4	6,5 - 8,5
Color	Incolora	Incolora	Incolora
Conductividad (UMHO/CM)	5720	460	2
Sólidos totales (mg/l)	2690	229	1500
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	636	0	500
Bicarbonatos (mg/l)	236	94	900
Carbonatos (mg/l)	0,01	0,01	
Cloruros (mg/l)	962	24	400
Sulfatos (mg/l)	580	28	400
Fluoruros (mg/l)	1,8	0,5	2
Arsénico (mg/l)	0,1	0,01	0,05
Calcio (mg/l)	198	18	
Magnesio (mg/l)	34	6	
Potasio (mg/l)	Vestigios	8	
Sodio (mg/l)	592	23	200

Tabla 5: Resultados de los análisis fisicoquímicos de la planta de CHEPES

Análisis fisicoquímico de muestras de agua planta OI CHEPES			
Parámetros	Agua cruda	Agua tratada	Límite permitido
pH	7,1	6,5	6,5 - 8,5
Color	Incolora	Incolora	Incolora
Conductividad (UMHO/CM)	8930	761	2
Sólidos totales (mg/l)	5134	372	1500
Dureza total (mg/l CaCO ₃)	636	0	500
Bicarbonatos (mg/l)	65	0,01	900
Carbonatos (mg/l)	0,01	0,01	
Cloruros (mg/l)	1324	126	400
Sulfatos (mg/l)	1982	99	400
Fluoruros (mg/l)	0,6	0,1	2
Arsénico (mg/l)	0,1	0,01	0,05
Calcio (mg/l)	214	3	
Magnesio (mg/l)	36	6	
Potasio (mg/l)	20	Vestigios	
Sodio (mg/l)	1449	115	200

En cada planta visitada el responsable indicó los caudales operativos, en base a estos se realizó una estimación porcentual del rendimiento, que se encuentra entre los valores nominales de este proceso.

También se propone una fórmula para evaluar la eficiencia, que permita la comparación y el control del proceso:

$$Eficiencia = \frac{\text{conductividad ingreso} - \text{conductividad salida}}{\text{conductividad ingreso}} \times 100$$

La tabla 6 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 6: Valoración del rendimiento y eficiencia de las plantas de OI

Localidad	Caudal de entrada (m ³ /h)	Caudal de salida (m ³ /h)	Caudal salmuera (m ³ /h)	Rendimiento	Conductividad agua cruda	Conductividad agua tratada	Eficiencia
TALVA	70	40	30	57%	12320	514	95,83%
EL BORDO	18	8	10	44%	5720	460	91,96%
CHEPES	12	6	6	50%	8930	761	91,41%

Se ha realizado una estimación cuantitativa rápida y aproximada de las sales contenidas en el rechazo, en

función de los caudales y contenido sólido del agua de ingreso y que se indican en la tabla 7.

Tabla 7: Sólidos estimados en el agua de rechazo

Localidad	Caudal entrada agua cruda (m ³ /h)	Caudal de agua a servicio (m ³ /h)	Caudal salmuera (m ³ /h)	Sólidos totales (mg/l)	Sólido rechazado (Kg/h)
TALVA	70	40	30	7740	541
EL BORDO	18	8	10	2690	48,4
CHEPES	12	6	6	5134	61,6

Conclusiones y recomendaciones:

Las plantas de OI vierten en las inmediaciones el agua de rechazo y la proveniente de la limpieza de los filtros. Ésta práctica no es conveniente, las cantidades involucradas en los tres casos analizados se encuentran en el orden de los 48 a los 540 kilogramos por hora.

Las condiciones climáticas de la zona plantean la evaporación como una alternativa viable para la recuperación de las sales. Complementariamente se analiza la posibilidad de reinsumir la salmuera de rechazo en acuíferos de mala calidad.

La composición de las sales se asemeja a las que se emplean en los suplementos dietarios del ganado, por lo que se deben realizar análisis específicos y determinar si es posible efectuar correcciones para finalmente aprovecharlas.

En la provincia existen numerosas salinas en las que, en caso de no poder aprovecharse este material, puede emplearse para la disposición definitiva.

La metodología de trabajo empleada debe ajustarse para la evaluación del resto de las plantas de OI de la provincia.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Esta línea de trabajo y los proyectos que la integran, son el soporte de una tesis Doctoral.

Una integrante del equipo y coautora de este trabajo, ha aplicado al Doctorado en Ciencias, Mención Ambiente,

Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Catamarca. La tesista es la Ing. Civil Jorgelina Carrizo.

También se cuenta con dos plazas anuales para alumnos becarios, durante la realización de este proyecto.

5. BIBLIOGRAFIA

- Brown, G.: Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. Manuel Marín y Cia. Editores, 1955.
- Informe Anual IPALaR 2013.
- Johnson, G.; Stowell, L.; Monroe, M.: Tratamiento VSEP de Rechazo de Osmosis desde el agua salobre subterránea. Artículo Técnico Conferencia El Paso desalinización, Marzo de 2006, El Paso Texas.
- Levenspiel, O.: Ingeniería de la Reacciones Química.
- McCabe W.L. and Smith J.C.: Operaciones Básicas de Ingeniería Química, Editorial Reverte Buenos Aires.
- Muffarrege, D.: El sodio en la alimentación mineral del ganado en la región NEA. INTA. 2003.
- Perry, R.: Chemical Engineering Handbook. 5ta. Edition. New York, Mc Graw Hill, 1973.
- Ramos G.: Gestión de la Salmuera de Rechazo de las Plantas de Ósmosis Inversa Mediante Inyección en Sondeos Profundos (ISP). Madrid, España. 2001.