

---

TSU MANUSCRITO ES UNA PREIMPRESIÓN Y HA SIDO PRESENTADO PARA PUBLICACIÓN EN GRAMATICA, GEOFISICA, GEOSISTEMAS. PAGSARRENDAMIENTO TENGA EN CUENTA QUE EL MANUSCRITO ESTÁ ACTUALMENTE EN EXAMEN DE PARES Y AÚN TIENE QUE SER ACEPTADO FORMALMENTE PARA PUBLICACIÓN. SUBSECUENTE LAS VERSIONES DE ESTE MANUSCRITO PUEDEN TENER UN CONTENIDO LIGERAMENTE DIFERENTE. Y OF ACEPTADO, LA VERSIÓN FINAL DE ESTE MANUSCRITO ESTARÁ DISPONIBLE A TRAVÉS DEL '*Revisado por pares* *Publicación DOI*' ENLACE A LA DERECHA-LADO MANO DE ESTA PÁGINA WEB. PAGSARRENDAMIENTO NO DUDE EN CONTACTAR A CUALQUIERA DE LOS AUTORES; AGRADECEMOS COMENTARIOS.

---

punto de acceso REIMPRIMIR

5 de agosto de 2020

## **Distinciones hidrogeológicas y geoquímicas en los sistemas de salmuera de agua dulce Salar**

Munk LA<sup>1</sup>0000-0003-2850-545X, Zona DF<sup>2</sup>0000-0003-1397-0279, BJ Morán<sup>2</sup>0000-0002-9862-6241, SV McKnight<sup>2</sup>0000-0002-6013-193X, J. Jenckes<sup>1</sup>0000-0002-1811-3076

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Alaska Anchorage

<sup>2</sup>Departamento de Geociencias, Universidad de Massachusetts Amherst

Autor para correspondencia: Lee Ann Munk ( lamunk@alaska.edu )

### **Puntos clave:**

- Distintas zonas hidrogeológicas y geoquímicas son inherentes a los sistemas salares de agua dulce y salmuera.
- Las lagunas en la Zona de Transición están encaramadas por una compleja geología del subsuelo, dependen de las aguas de entrada y responden al clima a lo largo del tiempo.
- Las salmueras de la zona de transición son geoquímicamente distintas de las salmueras del núcleo y están alojadas en una geología de acuíferos más diversa.

## Resumen

El Salar de Atacama contiene uno de los recursos de litio más importantes del mundo y alberga ecosistemas desérticos únicos y frágiles. Los problemas de uso del agua de la región hiperárida la han colocado en el centro de la atención mundial. Esta investigación es la primera evaluación sólida de un sistema salar que incorpora la geología, la hidrogeología y la geoquímica del sistema acuífero en la zona de entrada, transición y núcleo. Múltiples parámetros físico-químicos que incluyen conductividad, temperatura, Li y Na, y múltiples indicadores isotópicos ( $^3\text{H}$ ,  $\delta\text{D}$  y  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) todos concluyen que las zonas de agua de la zona de transición son distintas y están separadas de la salmuera en el núcleo de halita. El modelo geoquímico indica que las aguas de entrada y de transición están saturadas con respecto a la calcita, mientras que las lagunas, el margen de la zona de transición, el margen del núcleo de halita y las aguas del núcleo están saturados con respecto a la calcita, el yeso y la halita, y las salmueras de la zona de transición en profundidad muestran una mayor gama de estados de saturación en comparación con las salmueras del núcleo. La teledetección a largo plazo de la extensión de las masas de agua superficial sugiere que las precipitaciones extremas son el principal impulsor de los cambios en la superficie (por un factor de 2,7 después de la tormenta).

## Resumen en lenguaje sencillo

Los sistemas salares tienen un enfoque global intenso debido a los problemas relacionados con el uso del agua y los recursos. Los sistemas de salmuera de agua dulce que son exclusivos de estas áreas respaldan tanto el desarrollo de recursos como las necesidades de la comunidad. Hasta ahora, no se han proporcionado análisis rigurosos basados en datos de las características hidrológicas de estos sistemas. Este es el primer análisis integrado de los sistemas de agua dulce y salmuera que caracterizan los salares. El trabajo incluye un análisis de 1) vías hidrogeoquímicas de agua dulce a salada, incluidos múltiples trazadores físicos, químicos e isotópicos, 2) geología del acuífero y propiedades hidráulicas, 3) modelado geoquímico para verificar los procesos secundarios que contribuyen a la heterogeneidad del acuífero y la formación y sostenibilidad de lagunas y 4) datos de sensores remotos para rastrear cambios temporales en la extensión de los cuerpos de agua. Manantiales, humedales,

geología del subsuelo y clima. Las salmueras de la zona de transición y las salmueras en el núcleo de halita están geoquímica e hidráulicamente desconectadas de las características de descarga de agua subterránea. Los métodos son transferibles a los sistemas salares a escala global y pueden ser utilizados por múltiples partes interesadas para la toma de decisiones con respecto a los recursos y el medio ambiente.

## 1. Introducción

Los ambientes marginales de los sistemas salares son regiones ecológicas e hidrogeológicas únicas de gran importancia en climas áridos a hiperáridos (Rosen, 1994; Warren, 2016; Pigati et al., 2014). Estos lugares distintivos se han convertido en una de las áreas de mayor preocupación en las regiones donde se depende de la extracción de agua subterránea y/o salmuera para el uso humano, incluido el desarrollo de recursos y las fuentes de agua dulce utilizadas por las comunidades (Tyler et al., 2006; Houston et al., 2011; Warren, 2010). A medida que la demanda de fuentes de agua continúa aumentando (Wang et al., 2018; Zipper et al., 2020; Gleeson et al., 2020), es fundamental contar con una evaluación completa y con base científica de estas regiones de zonas de transición donde las descargas de agua dulce y se evapora sobre el agua salobre y salada en el subsuelo. Este proceso es el que favorece la formación de manantiales, humedales o marismas (vegas), y lagunas (lagunas) para formar un ecosistema único que se puede encontrar en los márgenes de todos los salares a escala global. Sin embargo, el grado de desarrollo de estas características de descarga de aguas subterráneas es único entre cada salar, lo que refleja la morfología, geología, elevación e hidrología general de cada cuenca. El trabajo que aquí se presenta es el primer estudio geoquímico e hidrogeológico riguroso y completo de una de las zonas de transición más importantes del mundo como es la región sur del Salar de Atacama (SdA). Sin embargo, los métodos, el modelo conceptual y el funcionamiento de estos sistemas son aplicables a todos los sistemas salares. el grado de desarrollo de estas características de descarga de aguas subterráneas es único entre cada salar, lo que

refleja la morfología, geología, elevación e hidrología general de cada cuenca. El trabajo que aquí se presenta es el primer estudio geoquímico e hidrogeológico riguroso y completo de una de las zonas de transición más importantes del mundo como es la región sur del Salar de Atacama (SdA). Sin embargo, los métodos, el modelo conceptual y el funcionamiento de estos sistemas son aplicables a todos los sistemas salares. el grado de desarrollo de estas características de descarga de aguas subterráneas es único entre cada salar, lo que refleja la morfología, geología, elevación e hidrología general de cada cuenca. El trabajo que aquí se presenta es el primer estudio geoquímico e hidrogeológico riguroso y completo de una de las zonas de transición más importantes del mundo como es la región sur del Salar de Atacama (SdA). Sin embargo, los métodos, el modelo conceptual y el funcionamiento de estos sistemas son aplicables a todos los sistemas salares. El trabajo

presenta y cinco aquí se presenta es el primer estudio geoquímico e hidrogeológico riguroso y completo de una de las zonas de transición más importantes del mundo como es la región sur del Salar de Atacama (SdA). Sin embargo, los métodos, el modelo conceptual y el funcionamiento de estos sistemas son aplicables a todos los sistemas salares. El trabajo que aquí se presenta es el primer estudio geoquímico e hidrogeológico riguroso y completo de una de las zonas de transición más importantes del mundo como es la región sur del Salar de Atacama (SdA). Sin embargo, los métodos, el modelo conceptual y el funcionamiento de estos sistemas son aplicables a todos los sistemas salares. El trabajo que aquí se presenta es el primer estudio

Un puñado de estudios ha sugerido que es el bombeo de salmuera lo que ha provocado que el nivel freático de la SdA disminuya desde principios de la década de 1980 al inicio de la producción de salmuera de litio (por ejemplo, Marzuela et al., 2019; Salas et al., 2010). ), y estas observaciones también se informan en varios documentos de la industria y otros artículos no revisados por pares. Estos estudios son defectuosos porque no consideran ni incluyen 1) los impactos de la influencia climática a largo plazo en los niveles de agua, 2) el hecho de que grandes volúmenes de agua de recarga se obtienen fuera de la cuenca hidrográfica topográfica, 3) la heterogeneidad hidrogeológica específica de el sistema acuífero marginal que controla

interacción agua dulce-salmuera y 4) observaciones reales del terreno basadas en el campo para probar los modelos propuestos, así como ignorar las contribuciones paleohidrológicas a la descarga moderna al determinar el balance hídrico (p. ej., Marzuela et al., 2020). Por lo tanto, se deben reconsiderar los balances hídricos anteriores utilizados para interpretar el sistema SdA. El trabajo anterior de Corenthal et al. (2016) y Munk et al. (2018) indica que existe un desequilibrio entre el agua moderna y los solutos entregados al salar, lo que demuestra que el agua de la cuenca no proviene solo de la cuenca inmediata, sino que se requieren fuentes de agua de cuencas adyacentes al norte, este y sur para cerrar el balance de agua. En resumen, esos trabajos apuntan a tres hechos excepcionalmente importantes sobre cómo funcionan los sistemas salar y salar marginal:

Este artículo se centra en una investigación hidrogeoquímica detallada de un importante sistema de lagunas en SdA que se basa en una trayectoria de flujo rigurosamente muestreada del sistema de aguas subterráneas poco profundas y cuerpos de agua superficiales importantes (Figuras 1 y 2). Se desarrolla un nuevo modelo conceptual de las zonas del régimen superior dulce/salobre y del régimen inferior de salmuera basado en la hidrogeoquímica, la geología del subsuelo y las propiedades hidráulicas. Munk et al. (2018) definieron que el 21% del flujo de agua en toda la cuenca del SdA descarga a la zona de transición sur y sistemas lagunares. Toda la cuenca aporta 3,11 m<sup>3</sup>/s a todos los sistemas de lagunas en SdA, incluidas las lagunas sur y este (Munk et al., 2018). El Complejo Lagunar de Punta Brava (PBLC) es representativo de 0,51 m<sup>3</sup>/s (GW2 y GW3 de Munk et al., 2018) de los 4,81 m<sup>3</sup>/s de recarga total en la cuenca y el sistema lagunar Salada-Saladita-Interna (SSI) alimentado por el aporte sureste es representativo de 0.48 m<sup>3</sup>/s (SW/GW1, SW/GW2, GW4 de Munk et al., 2018), lo que hace que estos sistemas de lagunas sean de particular interés. El trabajo presentado aquí también se basa en el modelo de depósito de mineral de salmuera de Li desarrollado en Munk et al., (2016 y 2018) que indica que la salmuera de Li en el núcleo de SdA se originó a partir de la interacción agua-roca que extrajo Li de las rocas hospedantes con alto contenido de Li (ignimbrita con hasta ~2000 ppm Li) en la cuenca que posteriormente se

concentrado por evaporación y finalmente por cristalización fraccionada de halita. Aquí agregamos una investigación detallada que describe cómo las zonas de transición y sus características de agua se desacoplan hidrogeológicamente del núcleo de halita. Esto tiene implicaciones de gran alcance para los problemas ambientales y de recursos que rodean estos importantes recursos de Li a escala global.

## **2 Marco Geológico e Hidrogeológico del Salar y Zona de Transición**

### **2.1 Geología e Hidrogeología Regional del Salar de Atacama**

El SdA es una importante depresión topográfica ubicada dentro del arco volcánico de los Andes Centrales de Chile (Reutter et al, 2006). El salar (salar) en el fondo de la cuenca cubre 3.000 km<sup>2</sup> a una altura de 2.300 m y está cerrado al norte, sur y este por la Cordillera de los Andes (> 5.500 m) y la Cordillera de Domeyko (> 3.500 m) al oeste. El borde de los altos picos volcánicos al este y sureste delinea la cuenca hidrográfica topográfica SdA, que abarca más de 17 000 km<sup>2</sup>, y el margen occidental de la Meseta Altiplano-Puna (Allmendinger et al., 1997; Jordan et al, 2010). Esta vasta meseta internamente drenada que varía en elevación de 4000 m a 6000 m está sustentada por el Complejo Volcánico Altiplano-Puna (APVC) (Silva, 1989; Silva, 1989a); una sucesión de unidades volcánicas depositadas durante los últimos 10 Ma por calderas que forman erupciones que produjeron más de 15.000 km<sup>3</sup> de ignimbritas equivalentes a roca densa, centros máficos de pequeño volumen y numerosos estratovolcanes (Strecker et al., 2007; Ward et al., 2014). El complejo volcánico y el talud oriental de la cuenca se componen principalmente de rocas volcánicas andesíticas, riolíticas, dacíticas y algunas basálticas con sedimentos aluviales, fluviales y eólicos y rocas sedimentarias de material volcánico reelaborado principalmente (Schmitt, 2001; WMC, 2007). Los estratovolcanes, incluidos los picos altos en la división topográfica y posiblemente aquellos enterrados bajo depósitos volcánicos más jóvenes, son generalmente de alta permeabilidad (Gardeweg & Ramirez, 1987; WMC, 2007). Las voluminosas ignimbritas regionalmente extensas se caracterizan por una composición notablemente homogénea que es predominantemente dacita calcoalcalina (Schmitt, 2001; Ward et al., 2014).

Las unidades de ignimbritas del Mioceno esparcidas por la región y los abanicos aluviales a lo largo de los flancos de la cuenca SdA parecen ser importantes para transportar fluidos a los manantiales que emergen de las laderas y márgenes del salar (Jordan et al., 2002; Mather & Hartley, 2005) . La ignimbrita gruesa

Las secuencias y otras rocas volcánicas que ocurren dentro del SdA y cubren las áreas circundantes de gran elevación, específicamente las unidades modernas (<5 Ma) se caracterizan por capas soldadas y no soldadas de diferentes espesores y extensiones (Houston & Hart, 2004). Las láminas de ignimbritas no soldadas tienen una alta capacidad de infiltración y permeabilidad, y probablemente constituyen las principales vías de flujo del agua subterránea local y regional, mientras que las ignimbritas soldadas y otras secuencias de baja conductividad hidráulica pueden actuar como unidades de confinamiento importantes (Houston, 2009; Herrera et al. , 2016). Grandes acumulaciones de secuencias sedimentarias y de conglomerados y abanicos aluviales enterrados, como los que se encuentran cerca de la divisoria topográfica, podrían proporcionar conductos para el transporte de aguas subterráneas profundas hacia la vertiente oriental (Wilson & Guan, 2004; Houston, 2009).

La vertiente sureste de SdA al sur del volcán Tumisa está limitada al suroeste por la depresión Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (MNT), una depresión de orientación N-S de 60 km de largo y la falla Miscanti y el pliegue hacia el este separa la cuenca de la Andes y controla el desarrollo de los lagos intra-arco Miñiques y Miscanti (Rissmann et al., 2015; Aron et al., 2008). Un gran bloque litosférico de roca paleozoica, delimitado por la falla y el sistema de pliegues de Toloncha con tendencia NS y la falla de Peine, se interpone en el centro de la pendiente sureste y forma una característica hidrogeológica importante que probablemente desvía el agua subterránea y, en general, restringe el flujo de agua subterránea a través de esta zona ( Breitreuz, 1995; Jordan et al., 2002; Reutter et al., 2006; Gonzalez et al., 2009; Boutt et al., 2018). La arquitectura de fajas plegadas y corridas del talud de la cuenca se manifiesta en varios sistemas de fallas corridas de diferentes profundidades y longitudes, pero que generalmente tienen una tendencia NS, paralela al margen salar SdA; Se cree que estas fallas son conductos principales para el flujo de agua subterránea hacia la superficie, como lo demuestran los complejos de manantiales que emergen a lo largo o en las inmediaciones de estas zonas de fallas (Aron et al., 2008; Jordan et al., 2002). Otra característica importante de pliegues y corrimientos es la península de Tilocalar, que sobresale en el medio de la zona de transición sur, así como ignimbritas plegadas monoclinales hacia el sur. A escala salar, las fallas en el subsuelo pueden actuar como conductos o barreras para el movimiento de fluidos (salmuera). Se cree que estas fallas son conductos principales para el flujo de agua subterránea hacia la superficie, como lo demuestran los complejos de manantiales que emergen a lo largo o en las inmediaciones de estas zonas de fallas (Aron et al., 2008; Jordan et al., 2002). Otra característica importante de pliegues y corrimientos es la península de Tilocalar, que sobresale en el medio de la zona de transición sur, así como ignimbritas plegadas monoclinales hacia el sur. A escala salar, las fallas en el subsuelo pueden actuar como conductos o barreras para el movimiento de fluidos (salmuera). Se cree que estas fallas son conductos principales para el flujo de agua subterránea hacia la superficie, como lo demuestran los complejos de manantiales que emergen a lo largo o en las inmediaciones de estas zonas de fallas (Aron et al., 2008; Jordan et al., 2002). Otra característica importante de pliegues y corrimientos es la península de Tilocalar, que sobresale en el medio de la zona de transición sur, así como ignimbritas plegadas monoclinales hacia el sur. A escala salar, las fallas en el subsuelo pueden actuar como conductos o barreras para el movimiento de fluidos (salmuera). Otra característica importante de pliegues y corrimientos es la península de Tilocalar, que sobresale en el medio de la zona de transición sur, así como ignimbritas plegadas monoclinales hacia el sur. A escala salar, las fallas en el subsuelo pueden actuar como conductos o barreras para el movimiento de fluidos (salmuera). Otra caract

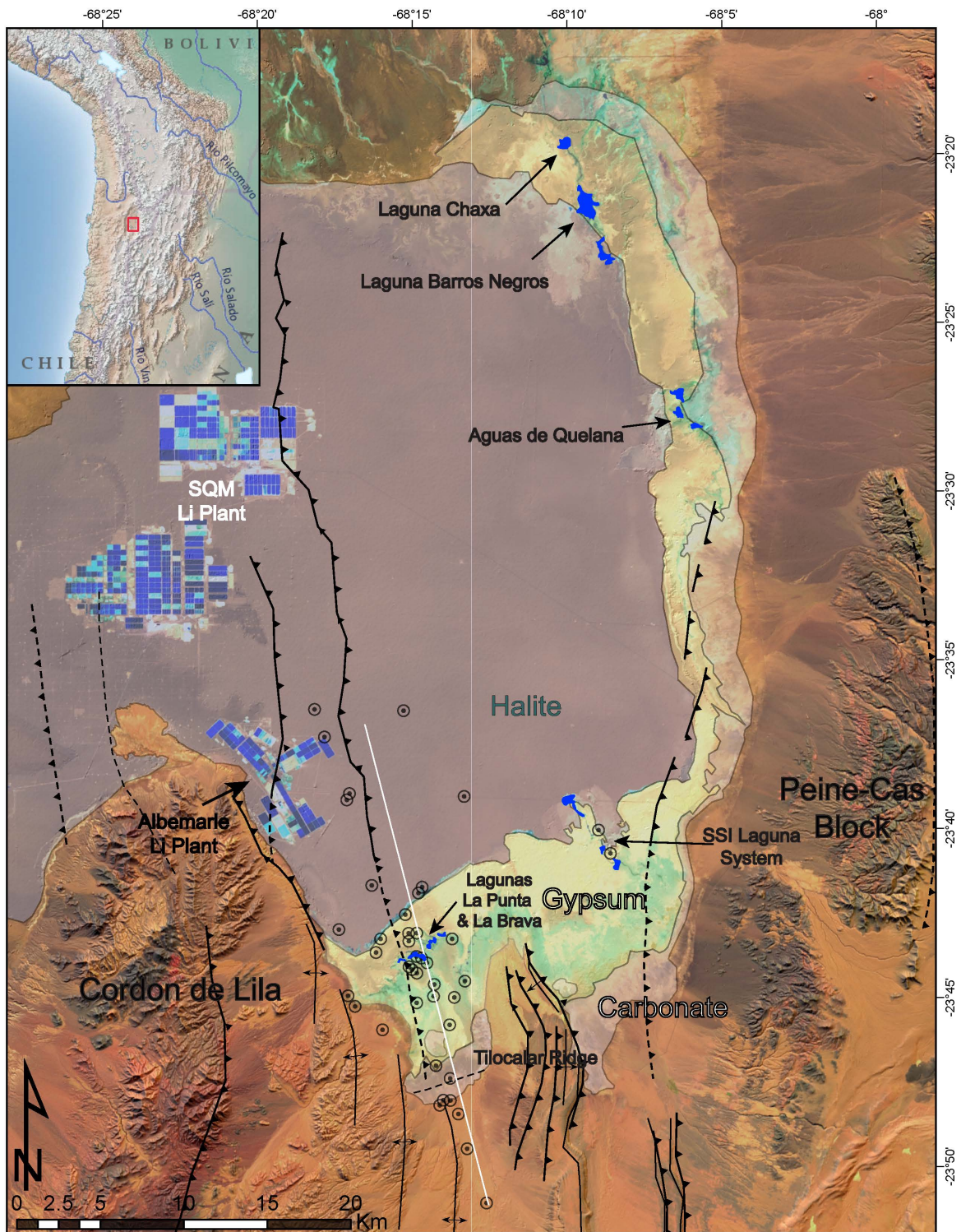


Figura 1. Imagen de Landsat del Salar de Atacama con zonas de corteza de sal mapeadas en la superficie sombreadas y delineadas (carbonato, yeso y halita) y los principales sistemas de lagunas identificados. Estos incluyen el Complejo Lagunar Punta Brava (PBLC), el sistema lagunar Salada-Saladita-Interna (SSI), el sistema lagunar Aguas de Quelana y los sistemas lagunares Chaxa y Barros Negros. También se identifican las principales fallas de la región y las ubicaciones de muestreo con datos informados en este estudio se muestran como puntos negros.



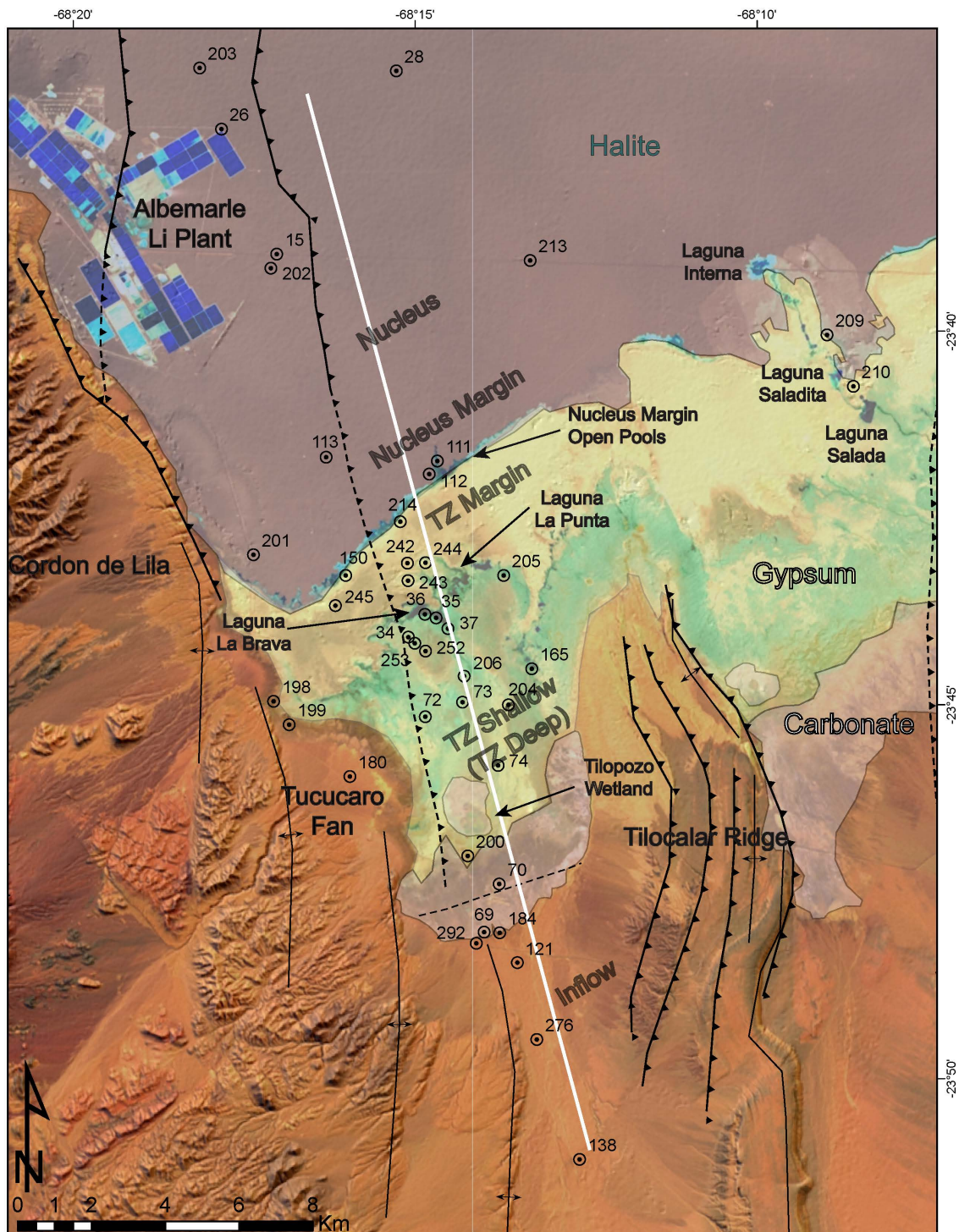


Figura 2. Imagen detallada de Landsat del sur de SdA con zonas de corteza de sal mapeadas en la superficie sombreadas y delineadas como en la Figura 1. (carbonato, yeso y halita), los principales sistemas de lagunas, humedales y las piscinas abiertas identificadas. El transecto hidrogeoquímico detallado se muestra como una línea blanca a lo largo de la zona de entrada del gradiente ascendente a través de la zona de transición, hasta la zona de transición y los márgenes del núcleo y hacia el núcleo de halita (entrada, TZ = zona de transición superficial y profunda, lagunas, margen de TZ, borde del núcleo y núcleo, consulte también la Película S1 para un viaje de campo virtual a través de estas zonas).

## 2.2 Geología e Hidrogeología de las Zonas de Transición

Se sabe que las zonas de transición de los salares están compuestas por una combinación de secuencias alternas de depósitos de evaporita (es decir, carbonato, yeso y halita), material clástico menor (arcilla, limo, arena y grava) y, en muchos casos, ceniza volcánica, y depósitos de ignimbrita. En la cuenca SdA estas unidades geológicas conforman la Formación Vilama, cuya estratigrafía se detalla en Lin et al. (2016). La Formación Vilama tiene un espesor de hasta 1 km en algunos lugares y se engrosa desde el margen del salar hacia la cuenca. La Figura 1 muestra la distribución de las costras de sal en las zonas marginales de transición de SdA, incluidos los sistemas de lagunas. Aunque este documento se centrará en los detalles de un transecto hidrogeoquímico en el sur de la cuenca (Figura 2) principalmente debido al sólido conjunto de datos recopilados en esta región, también exploraremos brevemente la zona de transición este y las lagunas allí ubicadas (Figura 1). Los sistemas de lagunas pueden tener diferencias sutiles en el entorno hidrogeológico específico con respecto al tamaño de las regiones de aguas subterráneas difusas que hacen la transición a un flujo de entrada concentrado. La morfología general y la extensión de las superficies de inundación de las lagunas pueden variar, pero los procesos similares descritos en este documento se aplican a otros sistemas de lagunas. La zona de transición marginal de SdA destaca la variabilidad en la morfología de la laguna, así como las regiones entre las lagunas y el margen del núcleo. Por ejemplo, los sistemas lagunares Chaxa del norte y Barros Negros en la zona de transición noreste parecen estar alimentados por una gran región difusa de aguas subterráneas que se canaliza en un pequeño arroyo que alimenta tres lagunas que están conectadas por pequeños canales. Sin duda este sistema lagunar también recibe aportes de los abanicos aluviales orientales ya que se observan pequeños pantanos y manantiales al este de estas lagunas. En algunos lugares, se pueden ver características distintivas de disolución esférica dentro de las lagunas, que probablemente representan regiones donde hay una descarga de agua subterránea enfocada desde trayectorias de flujo más largas que ascienden hasta la región de la zona de transición marginal. Más al sur, el sistema de lagunas de Aguas de Quelana se compone de una serie de lagunas alargadas con tendencia norte-sur que ocurren al oeste y en pendiente descendente de los enormes abanicos aluviales asociados con el gran estratovolcán Tumisa. En algunos lugares, se pueden ver características distintivas de disolución esférica dentro de las lagunas, que probablemente representan regiones donde hay una descarga de agua subterránea enfocada desde trayectorias de flujo más largas que ascienden hasta la región de la zona de transición marginal. Más al sur, el sistema de lagunas de Aguas de Quelana se compone de una serie de lagunas alargadas con tendencia norte-sur que ocurren al oeste y en pendiente descendente de los enormes abanicos aluviales asociados con el gran estratovolcán Tumisa. En algunos lugares, se pueden ver características distintivas de disolución esférica dentro de las lagunas, que probablemente representan regiones donde hay una descarga de agua subterránea enfocada desde trayectorias de flujo más largas que ascienden hasta la región de la zona de transición marginal. Más al sur, el sistema de lagunas de Aguas de Quelana se compone de una serie de lagunas alargadas con tendencia norte-sur que ocurren al oeste y en pendiente descendente de los enormes abanicos aluviales asociados con el gran estratovolcán Tumisa.

Importante para comprender el funcionamiento de la zona de transición y los sistemas de lagunas es el hecho de que están sustentados por una geología compleja y heterogénea del subsuelo que es inherente a los depósitos de evaporita (Warren, 2006) e ignimbritas, cenizas y material clástico intercalados que juntos forman el acuífero. sistema. Hay dos tipos principales de carbonato en las zonas marginales

de la SdA que se encuentran debajo de las lagunas junto con yeso y halita menor. Un tipo de carbonato es el que es espacialmente más común cerca de los bordes de la cuenca donde el agua subterránea se ha descargado en el pasado y/o en la actualidad. Estos carbonatos suelen estar intercalados con depósitos de abanico aluvial y tienden a tener una característica de textura porosa o irregular. de toba (Figura 3). El otro tipo de carbonato es el lodo carbonatado que se forma en las lagunas asociado con o sin depósitos de microbiota y/o estromatolita. Estos depósitos de carbonato también se pueden observar formándose en el ambiente moderno (Sancho-Tomas et al., 2018) y se conservan en múltiples núcleos de sedimentos extraídos de la zona de transición, estos tienden a estar finamente laminados y pueden tener cristales de yeso intercrecidos o separados. láminas/capas.

Los depósitos de yeso observados en el núcleo se caracterizan por agregados de cristales prismáticos generalmente con un patrón de crecimiento ascendente o agregados lenticulares que pueden representar lechos de crecimiento inferior donde los cristales de yeso se nuclean en la evaporación de la salmuera. Estas texturas se encuentran en los 10s superiores de metros, pero a profundidades por debajo de eso, la textura es más fina como lodo de yeso o cristales de yeso compactado. Definimos estas texturas generalmente en la escala del metro como fina, media o gruesa y lo ilustramos conceptualmente en la Figura 3. Los pequeños cuerpos de agua abiertos de no más de 10 m de diámetro y de 1 a 2 m de profundidad que se encuentran en el margen de la zona de transición están saturados con respecto al yeso y se caracterizan por agregados piramidales euédricos de cristales de yeso o agregados en roseta que forman montículos en el lados y fondo de las pozas (estas también se pueden observar en la Película S1 en la región salar de las lagunas). También se ha observado que se están formando cristales de yeso en la superficie de estas características, estos cristales presumiblemente se acumulan en capas en estas piscinas con el tiempo. El yeso también se presenta como cristales secundarios que llenan vacíos como grandes cristales euédricos o como cristales más pequeños a lo largo de las superficies de fractura en la ignimbrita. En los núcleos más profundos (400 m) descritos a partir del núcleo hay capas tanto de yeso recristalizado como de halita muy compactadas.

La halita en la zona de transición se presenta como capas delgadas de hasta 10s de cm de depósitos primarios de textura chevron lechosa que se compactan o como relleno secundario de vacíos de cemento transparente en vacíos u otros depósitos evaporíticos, clásicos o volcánicos. Más cerca del margen de la zona de transición y

borde del núcleo, halita pináculo y halita secundaria con grandes cristales euédricos de hasta varios cm de diámetro están presentes en los núcleos del subsuelo, así como en la superficie del salar. El núcleo de halita se caracteriza por grandes placas fracturadas de pináculo de halita en la superficie con un color rojizo debido a la inclusión o atrapamiento de partículas de polvo. En los núcleos de sedimentos del núcleo de halita, la halita del pináculo generalmente se encuentra en el 1 m superior. Debajo de eso, la halita secundaria o recrystalizada es muy común intercalada con lechos de yeso de espesor variable dependiendo de la proximidad al margen del salar e incluso se pueden encontrar depósitos de carbonato de laguna en las partes más profundas del núcleo, lo que indica que las lagunas alguna vez estuvieron mucho más lejos del salar que en la actualidad. posición. La ceniza volcánica y la ignimbrita también se encuentran en todo el núcleo de halita y actúan como lechos marcadores que ayudan en la correlación estratigráfica (Figura 3), además de proporcionar un control geocronológico. Vale la pena señalar que la zona vadosa en la zona de transición muestra depósitos superficiales de cristales de yeso lenticular del tamaño de arena, cloruros como halita y bischofita que forman costras de grano fino dentro de una red de fracturas de la costra de sal.

La hidroestratigrafía de los depósitos de carbonato, yeso y halita es variable en las dimensiones lateral y vertical y es importante para comprender por qué el agua de entrada descarga en los lugares y las distribuciones superficiales observadas. La conductividad hidráulica de estos materiales se resumen en la Figura 3.

Hay numerosas fallas ubicadas en el margen sur de SdA que han sido mapeadas, medidas e inferidas por otros (es decir, Jordan et al. 2007, Martinez et al. 2018, Rubilar et al. 2018) y se han compilado aquí (Figuras 1 y 2) y extrapolado en el modelo conceptual (Figura 3) basado en levantamientos sísmicos y de resistividad eléctrica de alta resolución y, cuando sea posible, verificado en tierra con núcleos de perforación. Las características de las zonas de falla identificadas en el núcleo de perforación son las zonas de fallas y brechas que representan zonas dañadas en el área de las fallas. Interpretamos que, al menos en algunas áreas, estas fallas podrían actuar como vías de transporte de fluidos y son responsables en cierta medida del movimiento del agua recargada y de las salmueras (consulte la conceptualización de la zona de falla de la Figura 3).

### **3 Materiales y Métodos**

Las muestras de agua utilizadas para el análisis de transectos de PBLC se recolectaron para análisis de cationes, aniones, isótopos estables en agua, isótopos de Sr y tritio durante el período 2012-2016. agua subterránea poco profunda

260 las muestras se obtuvieron de pozos contruidos con PVC de 4" con intervalos de filtro conocidos en el régimen  
261 superior fresco a salobre, generalmente decímetros por debajo de la superficie del suelo y con valores de SC de  
262 hasta 60 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y en el régimen de salmuera más profundo con valores de SC superiores a 200 000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .  
263 Todas las muestras de agua superficial y subterránea se recogieron en botellas de HDPE limpias después de  
264 filtrarlas a través de un filtro de 0,45  $\mu\text{m}$ . Las muestras para análisis de cationes se acidificaron con  $\text{HNO}_3$   
265 concentrado de alta pureza<sup>3</sup>. Se realizaron mediciones in situ de temperatura, conductancia específica y pH en  
266 cada lugar de muestreo en el momento de la recolección de la muestra.

267 La concentración de iones principales y elementos traza en las muestras de agua se analizó mediante espectrometría  
268 de masas de plasma acoplado inductivamente con una celda de reacción para elementos principales y Li (ICP RC-MS,  
269 Agilent 7500c) en la Universidad de Alaska Anchorage. Las aguas con TDS relativamente más altos se diluyeron  
270 volumétricamente antes del análisis. Para el análisis ICP RC-MS, las muestras se acidificaron al 1 % de  $\text{HNO}_3$  v/v antes  
271 del análisis. La cuantificación se realizó utilizando siete estándares de calibración externos que oscilan entre 0,1 y  
272 100 ppb. La corrección de la deriva se logró mediante la adición en línea de 10 ppb de una mezcla estándar interna  
273 de cuatro elementos (Li(7), Y, Ce y Bi). Los patrones de verificación de calibración y los blancos se ejecutaron cada 10  
274 análisis. El análisis de elementos se verificó con el estándar externo NIST SRM 1643d. Las muestras que superaron la  
275 calibración en un 120 % se diluyeron y volvieron a analizar.

276

277 Las muestras de agua se analizaron para  $\delta_2\text{H}$  y  $\delta_{18}\text{O}$  utilizando un analizador Picarro L-1102i WS-CRDS  
278 (Picarro, Sunnyvale, CA) en el laboratorio de isótopos estables ENRI de la Universidad de Alaska  
279 Anchorage. Se utilizaron patrones de referencia internacionales (OIEA, Viena, Austria) para calibrar el  
280 instrumento a la escala VSMOW-VSLAP y patrones de trabajo (USGS45 :  $\delta_2\text{H} = -10.3 \text{ ‰}$ ,  $\delta_{18}\text{O} = -2.24 \text{ ‰}$  y  
281 USGS46 :  $\delta_2\text{H} = -235,8 \text{ ‰}$ ,  $\delta_{18}\text{O} = -29,8 \text{ ‰}$ ) con cada corrida analítica para corregir la deriva instrumental.  
282 Registros de media y desviación estándar a largo plazo de un estándar interno de QA/QC de laboratorio  
283 de agua purificada ( $\delta_2\text{H} = -149,80 \text{ ‰}$ ,  $\delta_{18}\text{O} = -19,68 \text{ ‰}$ ) dan una precisión instrumental de 0,93 ‰ para  $\delta_2$   
284 H y 0,08 ‰ para  $\delta_{18}\text{O}$

285 concentraciones de estroncio y  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  La relación Sr se midió en el Laboratorio de Geoquímica de  
286 Isótopos de Estroncio de la Universidad de Utah siguiendo los métodos descritos por Chesson et al.

(2012). Durante el curso del análisis, las mediciones del estándar isotópico SRM 987 arrojaron un valor de  $0,710301 \pm 0,000007$  ( $1\sigma$ ,  $n=51$ ).

Otros datos geoquímicos utilizados en este documento se originaron a partir de un informe interno de la industria. Estos datos generalmente representan muestreos trimestrales durante un período de hasta una década y se utilizan principalmente para establecer la variabilidad estacional y para modelar índices de saturación para cada zona hidrogeoquímica. Se puede acceder a todos los datos utilizados en este documento en (<https://doi.org/10.7275/qr40-z439>). Los resultados del modelado se encuentran en el documento de respaldo de este documento en la Tabla S1. Se informan las mediciones in situ de temperatura, pH y SC, así como las concentraciones de elementos principales y traza y las concentraciones de aniones. Los métodos de análisis para los elementos principales son por ICP-OES, los elementos traza por ICP-MS y las concentraciones de aniones por IC, el bicarbonato se midió por titulación en el laboratorio. Para estos análisis se utilizaron los laboratorios geoquímicos comerciales de SGS y ALS.

Las imágenes de resolución de treinta metros se descargaron y procesaron a través de LandsatLook Viewer (USGS) para Landsat 7 (1999 hasta el presente) y Landsat 8 OLI (2013 hasta el presente). Se analizaron cuatro imágenes en incrementos trimestrales de los años 2003–2016 para determinar la extensión de la cobertura de agua, si es posible (enero, abril, julio, octubre) durante la mitad de cada mes respectivo. Si una imagen de satélite durante la fecha prevista no está disponible, se utiliza la siguiente fecha disponible. Todas las imágenes se importaron a ArcGIS y se proyectaron al Sistema Geodésico Mundial 1984 UTM, Zona 19 y se superpusieron en la Serie temporal de límites terrestres/acuáticos de resolución de 30 m (1990–2010) (ESRI). Los polígonos del área de lagunas y pozas de transición se digitalizaron manualmente utilizando el mapa base Land/Water Time Series como parámetro de control de calidad. Estas características se agruparon y asociaron en sus respectivas agrupaciones. La presencia/ausencia de agua se evalúa mediante una evaluación cualitativa del color del píxel. Luego, las áreas de superficie de los polígonos se calculan en metros cuadrados. Un segundo intérprete digitalizó ~3 % de las imágenes procesadas y las diferencias calculadas en las áreas estaban dentro del 5 % entre sí en promedio. Los cambios en el margen del núcleo se evaluaron utilizando datos de LandSat al digitalizar la posición del margen del núcleo oscuro contra la corteza de sal moderna de color más claro. Se realizan comparaciones con mapas geológicos heredados, como Moraga et al., 1969. Los datos meteorológicos (ver ubicaciones de sitios en la figura 1) se obtuvieron de la Dirección General de Aguas (DGA) de Chile. Media diaria y Un segundo intérprete digitalizó ~3 % de las imágenes procesadas y las diferencias calculadas en las áreas estaban dentro del 5 % entre sí en promedio. Los cambios en el margen del núcleo se evaluaron utilizando datos de LandSat al digitalizar la posición del margen del núcleo oscuro contra la corteza de sal moderna de color más claro. Se realizan comparaciones con mapas geológicos heredados, como Moraga et al., 1969. Los datos meteorológicos (ver ubicaciones de sitios en la figura 1) se obtuvieron de la Dirección General de Aguas (DGA) de Chile. Media diaria y Los datos meteorológicos (ver la ubicación de los sitios en la figura 1) se obtuvieron de la Dirección General de Aguas (DGA) de Chile. Media diaria y Los datos meteorológicos (ver la ubicación de los sitios en la figura 1) se obtuvieron de la Dirección General de Aguas (DGA) de Chile.

314 Los datos de precipitación mensual de estas estaciones se descargan de la DGA  
315 (<http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>).

#### 316 **4 resultados**

##### 317 4.1 Evolución Física y Geoquímica de las Aguas de Afluencia, de Transición y Núcleo

318 Para tener un contexto geológico e hidrogeológico apropiado para la interpretación de las  
319 propiedades geoquímicas de cada tipo de agua en el sistema de entrada, zona de transición y  
320 núcleo de un salar, se requiere una comprensión detallada del subsuelo. La figura 3 es un modelo  
321 conceptual en 3D de una sección a través de la zona de entrada al núcleo de halita. Este modelo es  
322 una conceptualización integrada de todas las zonas de agua, trayectorias de flujo, geología del  
323 subsuelo (incluidas las fallas principales), variabilidad y heterogeneidad de las propiedades  
324 hidrogeológicas. Representa la síntesis de registros de núcleos detallados (escala de 1 m) para  
325 identificar litologías, observaciones de ocurrencia de minerales secundarios y porosidad primaria y  
326 secundaria, correlaciones de geología de superficie y subsuperficie mapeada, y observaciones y  
327 mediciones hidrogeológicas.

328



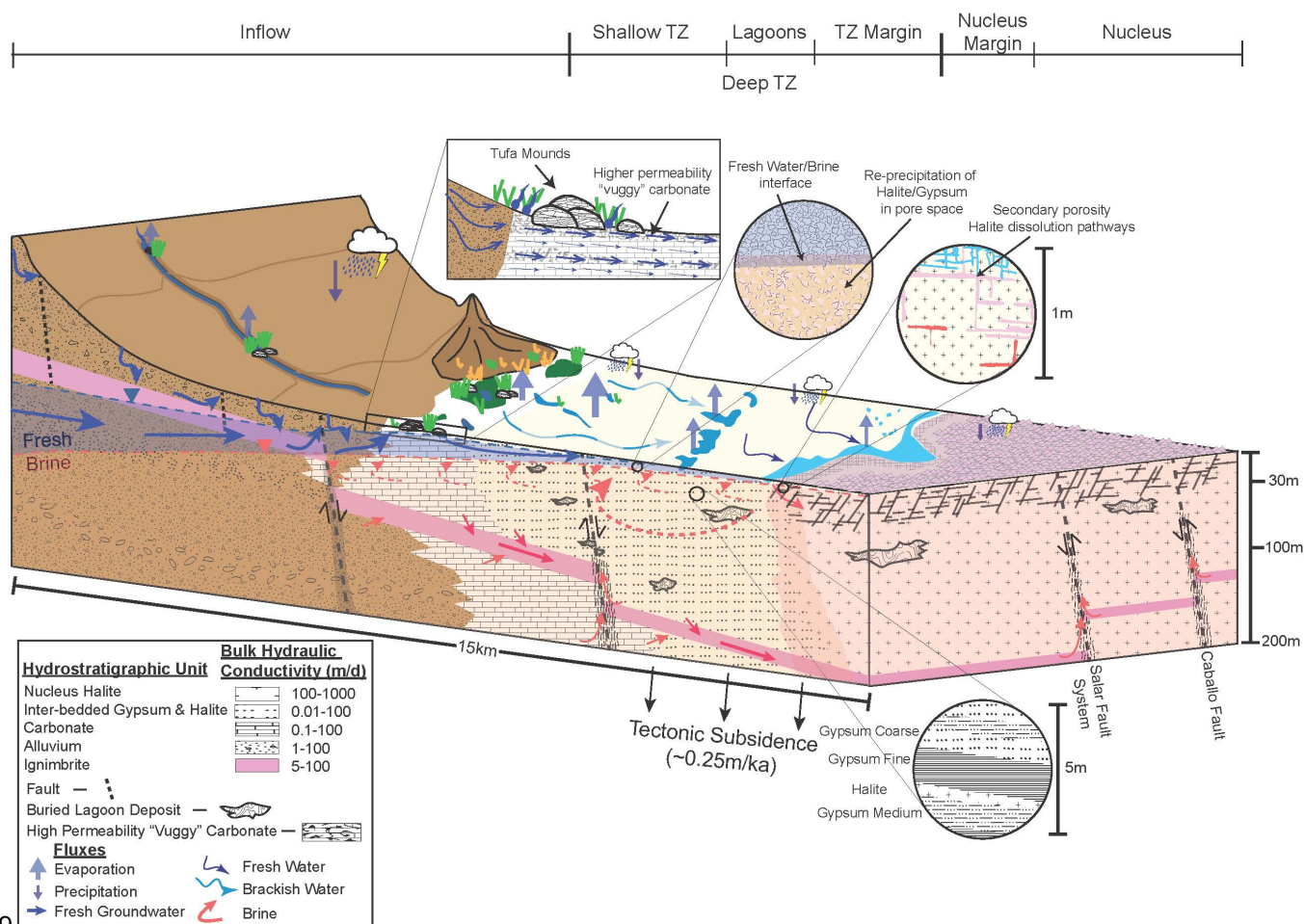


Figura 3. Diagrama conceptual tridimensional del sistema de agua de entrada, zona de transición y núcleo de SdA. Se representan la geología del subsuelo, las trayectorias de flujo hidrogeológico y las características de descarga de aguas subterráneas, incluidos los humedales, manantiales, lagunas y piscinas abiertas. Las características de escala más fina, como la heterogeneidad en la geología de la zona de transición, la porosidad primaria y secundaria y las características de permeabilidad en el carbonato, yeso y halita de la zona de transición y el núcleo de halita se detallan en las inserciones circulares. Es importante tener en cuenta las flechas de la trayectoria del flujo que representan el movimiento difuso del agua subterránea en las partes poco profundas de la zona de transición que finalmente terminan en las lagunas. Las flechas azules más anchas indican las cantidades relativas de infiltración (hacia abajo) y evaporación (hacia arriba).

Nuestro viaje de campo virtual a través de la superficie de estas zonas de agua se encuentra en la Película S1.

La Figura 4 ilustra la variación a lo largo de la trayectoria del flujo (desde la entrada hasta la descarga) en múltiples parámetros físicos y geoquímicos y componentes del agua subterránea poco profunda, el PBLC, las piscinas abiertas y el núcleo de halita. Como referencia, usamos la ubicación de las lagunas como el punto de 0 km y medimos las ubicaciones de todos los puntos de muestreo en relación con el gradiente ascendente y descendente (Figura 2). Las concentraciones promedio se utilizan para construir estos transectos con el fin de capturar la variabilidad natural, ya que hay cambios en algunos de estos valores según la temporada y los eventos (precipitación). El objetivo es indicar la evolución general del agua a lo largo de la trayectoria de flujo de 30 km y las distinciones entre los compartimentos de agua en la zona marginal de transición y el borde de la



el núcleo de halita que se representa en una vista 3D en la Figura 3. En general, las aguas subterráneas dentro y alrededor de las lagunas muestran una variabilidad espacial significativa pero tienen mucha menos estacionalidad que las propias aguas de la laguna porque se sustentan a partir de las aguas de entrada derivadas del acuífero MNT hacia el al sur y no responde tan bien a la evaporación como los cuerpos de agua abiertos.

Las afluencias de aguas subterráneas poco profundas, que son las que se encuentran a unos 15 km de pendiente arriba del punto de descarga de la laguna y son las aguas de afluencia más meridionales a las que tuvimos acceso para muestrear, son características del sistema de aguas subterráneas poco profundas que tienen valores de SC inferiores a 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , altas temperaturas,  $\delta\text{D}-\text{H}$  altamente negativo  $2\text{O}_{\text{VSMOW}}$  firmas,  $^3\text{Valores de H}$  cercanos a cero, bajas concentraciones de Li y Na ( $<10 \text{ mg}/\text{L}$  y  $<1000 \text{ mg}/\text{L}$  respectivamente) y el mínimo radiogénico  $^{87}\text{señor}/^{86}\text{Sr}$  firmas. sin embargo, el  $^{87}\text{señor}/^{86}\text{Sr}$  muestra cierta variabilidad que indica que podría haber alguna mezcla de fuentes de agua dentro de la región de entrada del sur, y/o esto podría ser representativo de la transición de aguas subterráneas poco profundas del acuífero de material de abanico aluvial al acuífero de ignimbrita que podría impartir una firma más radiogénica durante interacción agua-roca. los  $^{87}\text{señor}/^{86}\text{Sr}$  Los valores de Sr de las ignimbritas de la región para las pómez de ignimbritas de Atana y Toconao oscilan entre 0,7106 y 0,7131 (Lindsay et al., 2001). Las aguas de la zona de transición, las lagunas y el núcleo mantienen la mayor  $^{87}\text{señor}/^{86}\text{Sr}$  firma. Munk et al. (2018) determinaron que las fuentes de agua de la parte sur de la cuenca del SdA y las salmueras encontradas en altura tienen un comportamiento muy similar.  $^{87}\text{señor}/^{86}\text{Sr}$  firma como las salmueras en la parte sur del núcleo de halita.

Entre la zona de entrada de aguas subterráneas poco profundas (sombreada en azul) y las lagunas (sombreadas en púrpura) hay una región intermedia de la zona de transición donde las aguas subterráneas poco profundas se ven afectadas por la evaporación, lo que aumenta la SC en un orden de magnitud, lo que reduce la temperatura en más de  $10^\circ\text{C}$ , aumentando el  $\delta\text{D}-\text{H}_2\text{O}_{\text{VSMOW}}$  aumentando las concentraciones de Li y Na hasta en un orden de magnitud. Desde aquí el agua fluye hacia las lagunas a través de descargas difusas y focalizadas donde el agua está cada vez más expuesta a los efectos de la evaporación en los cuerpos de agua abiertos. Esto se ejemplifica con un aumento adicional de orden de magnitud en SC, aunque parte de esto también podría deberse a la interacción con las sales que se precipitan y se disuelven en este sistema dinámico (consulte la sección 4.2), la evaporación es el principal impulsor de estos procesos a corto plazo. y escalas de largo tiempo. La temperatura en las lagunas aumenta debido a la exposición directa a la radiación solar dependiendo de la hora del día y dado que estas son superficiales

temperaturas del cuerpo de agua no están incluidas en el área de las lagunas en la figura 4. El  $\delta D-H_2O_{VSMOW}$  firmas aumentan en más de 40 por mil en el agua de la laguna abierta, este aumento dramático se explica por las altas tasas de evaporación en la superficie del salar. El tritio también aumenta en las lagunas por los impactos de la precipitación directa (Boutt et al., 2016) mezclándose con el agua evaporada. Las concentraciones de litio aumentan alrededor de 2-3 veces en las lagunas y las concentraciones de Na aumentan en otro orden de magnitud debido a los efectos de la evaporación en los cuerpos de agua abiertos. Las concentraciones de calcio (no mostradas) son más variables en las lagunas debido a la precipitación activa de  $CaCO_3$  y  $CaSO_4$  que se puede observar formándose en las lagunas típicamente influenciadas por la presencia de estromatolitos.

El agua en la región entre las lagunas y las piscinas abiertas/borde del núcleo en comparación con el agua de la laguna se caracteriza por una caída de orden de magnitud en SC, menor  $\delta D-H_2O_{VSMOW}$  firma en un 20 por mil, generalmente más bajo  $\delta^3H$ , concentraciones de Li 2-3 veces más bajas y concentraciones de Na un orden de magnitud más bajas, lo que indica una distinción extrema entre esta agua y el agua de la laguna. Debido a que esta agua no tiene un componente de tritio moderno tan grande (a diferencia de las aguas de la laguna) y que es salobre pero más baja en SC y TDS que el agua de la laguna, se explica más fácilmente como una mezcla de precipitación moderna y aguas subterráneas regionales poco profundas. De hecho, si las aguas de la laguna se eliminaran del transecto, las aguas intermedias entre las lagunas y el borde del núcleo de halita/piscinas abiertas parecerían ser una mezcla de estos dos tipos de agua. Sin embargo, las lagunas existen debido a la descarga constante de aguas subterráneas poco profundas y unidades geológicas de baja permeabilidad en el subsuelo (Figura 3) y, en paralelo, se ven afectadas por las altas tasas de evaporación.

El agua de la piscina abierta que se acumula en el borde del núcleo de halita en una forma de zanja de 2-3 m de profundidad formada por la disolución de la halita por la precipitación fresca es otro cuerpo de agua geoquímicamente distinto (Película S1). Esta agua y su composición de H fue destacada por primera vez por Boutt et al. (2016) como dominado por eventos de precipitación debido a su gran fracción de agua moderna calculada a partir de la  $\delta^3H$  contenido H. Esta agua se caracteriza como salmuera en base a sus valores SC de  $200.000 + \mu S/cm$  (igual que las salmueras en el núcleo), el mayor  $\delta D-H_2O_{VSMOW}$  medido en cualquier agua a lo largo del transecto debido a que va hacia la sequedad completa en las trincheras,

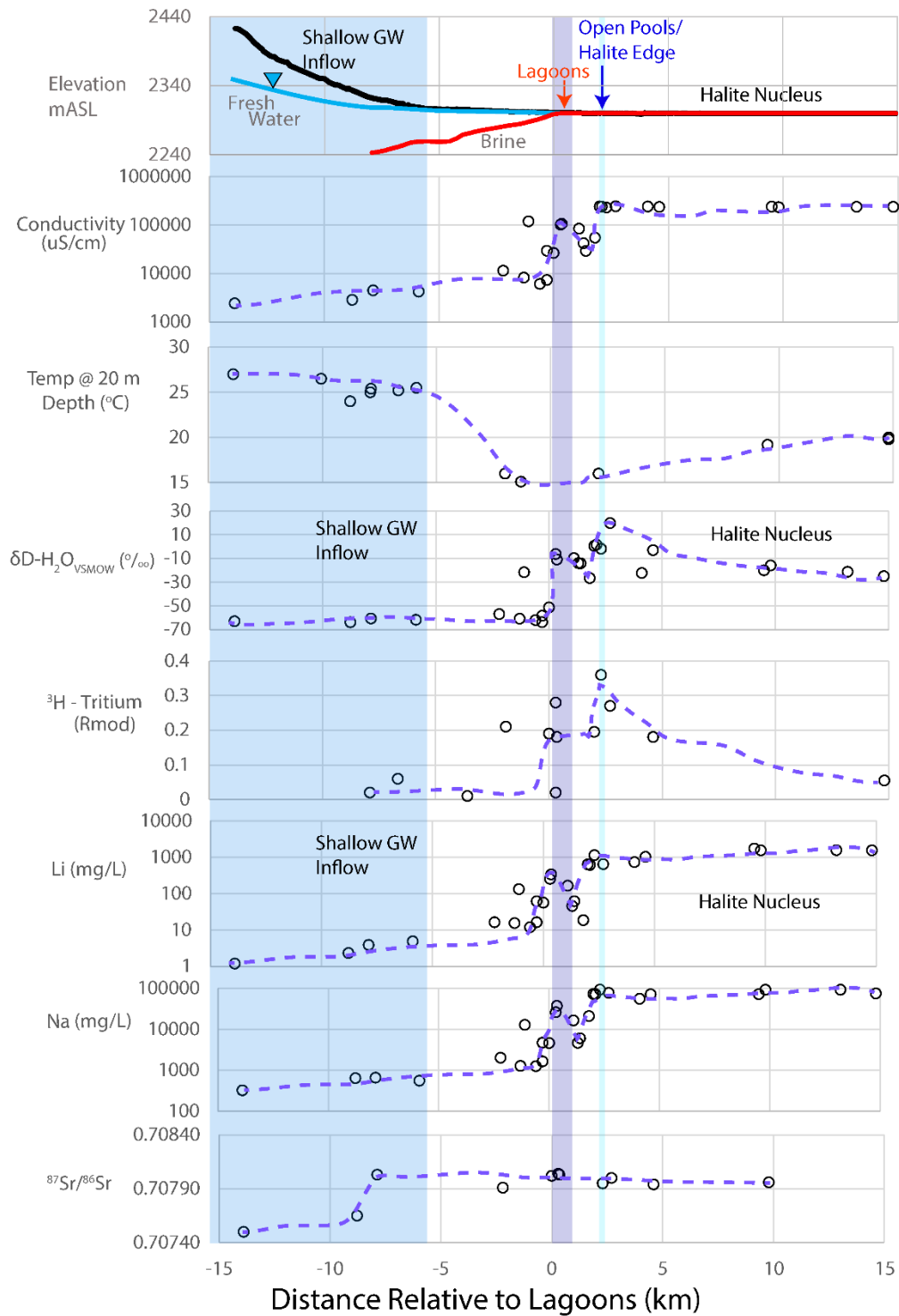


Figura 4. El transecto hidrogeoquímico de 30 km que abarca el sistema salar de agua dulce y salmuera (ubicación del transecto representada en las Figuras 1 y 2). La ubicación del PBL se utiliza como punto de medición de 0 km para las distancias de pendiente ascendente y pendiente descendente. El sombreado azul denota la zona de entrada de agua, el violeta las lagunas y el azul claro son las piscinas abiertas y el borde del margen de la zona de transición y el núcleo de halita. No se incluyen los datos de temperatura de las masas de agua superficiales debido a la variabilidad diaria. Conductividad y  $^3\text{H}$  (Rmod) publicado por primera vez en Boutt et al. (2016).

el más alto. Los valores de H a lo largo del transecto indican que un gran porcentaje de esta agua es precipitación moderna, altas concentraciones de Li del orden de 1000 mg/L y concentraciones de Na tan altas como las salmueras del núcleo. Estas fuentes de agua son algunas de las más dinámicas del sistema salar porque están compartimentadas por la zanja de disolución que se ha formado a lo largo del borde del núcleo. Esta agua puede filtrarse en el núcleo a cierta distancia, como lo muestra la firma de  $\delta D-H_2O_{VSMOW}$  del agua de la piscina abierta y la disminución de esta firma a 5 km de distancia en el núcleo de halita. Se ha demostrado que las salmueras del núcleo han enriquecido  $\delta D-H_2O_{VSMOW}$  firmas a lo largo del margen, pero generalmente se agotan más hacia el salar (Boutt et al., 2016). La naturaleza dinámica de las piscinas abiertas y las lagunas se documenta más mediante el análisis de imágenes satelitales antes y después de un evento de lluvia importante en el salar en 2015 en la sección 3.3 de este documento.

Finalmente, las salmueras de núcleo se caracterizan por los valores más altos de SC, temperaturas intermedias,  $\delta D-H$  intermedias,  $\delta O_{VSMOW}$  firmas, bajas o nulas  $\delta H$ , las concentraciones más altas de Li y Na (con la excepción de las concentraciones más altas de Na en las piscinas abiertas debido a la evaporación extrema que ocurre allí). En particular, la gran diferencia en el  $\delta D-H_2O_{VSMOW}$  firma de las salmueras en comparación con el agua de la laguna y el hecho de que no hay  $\delta H$  en las salmueras define esta agua como distinta del agua de la laguna indicando que no hay conexión entre las lagunas y las salmueras en el núcleo de halita. Otra forma de interpretar esto es que si las salmueras del núcleo y las lagunas estuvieran conectadas hidrogeológicamente de alguna manera, la geoquímica de las lagunas estaría dominada por la salmuera y tendría una firma geoquímica completamente diferente a la que se observa y mide.

## 4.2 Geoquímica de aguas de entrada, zona de transición y núcleo

La geoquímica de las aguas utilizadas en este estudio ayuda a definir y clasificar los tipos de agua del sistema de agua dulce-salmuera. Guiados por el modelo conceptual de la Figura 3 e informados con las tendencias físicas y químicas de la ruta de flujo general de la Figura 4, definimos siete zonas hidrogeoquímicas en el sistema de núcleo de entrada-zona de transición que son 1) entrada, 2) TZ (zona de transición) superficial, 3) TZ profunda, 4) laguna, 5) margen de TZ, 6) margen del núcleo y 7) núcleo (Figura 5, Película S1). El principal catión y anión,  $Li$  y  $^{87}Señor/^{86}Sr$  de cada zona indica que las concentraciones y rangos de composición química y firmas isotópicas para

El agua de entrada y la zona de transición poco profunda son las más bajas observadas, mientras que las aguas de la laguna son intermedias y las otras cuatro zonas están compuestas por salmueras más concentradas de composición variable, así como las más radiogénicas.<sup>87</sup>señor/<sup>86</sup>Sr firmas (Figura 5). Las concentraciones de litio, Na y K tienen una variabilidad similar entre zonas, pero son notablemente más altas en promedio en las salmueras de núcleo en comparación con las salmueras profundas de TZ. Las concentraciones de magnesio tienen un patrón similar al de los metales alcalinos, sin embargo, el Ca parece ser más variable entre las zonas y, en particular, es más bajo en las salmueras profundas de la TZ en comparación con la salmuera del núcleo y tiene un rango más amplio en las aguas de la laguna en comparación con las otras. tipos de agua Las concentraciones de cloruro son bajas en las aguas de entrada, aumentan en las lagunas con una variabilidad significativa, son relativamente consistentes entre el margen de la TZ, el margen del núcleo y las aguas del núcleo y algo menores con un amplio rango en las salmueras profundas de la TZ. El sulfato también es más bajo en las aguas de entrada con un aumento general en la concentración en las lagunas con más variabilidad y es variable entre las aguas marginales en la TZ y el núcleo, así como en el núcleo y es menor en las salmueras profundas de la TZ en comparación con las salmueras del núcleo. Las concentraciones de bicarbonato son las menos variables entre zonas, pero como la mayoría de los parámetros geoquímicos en promedio son más bajos en las salmueras profundas de la TZ en comparación con las salmueras del núcleo, curiosamente las aguas de entrada, las lagunas y las salmueras profundas de la TZ tienen concentraciones promedio similares. los Las concentraciones de bicarbonato son las menos variables entre zonas, pero como la mayoría de los parámetros geoquímicos en promedio son más bajos en las salmueras profundas de la TZ en comparación con las salmueras del núcleo, curiosamente las aguas de entrada, las lagunas y las salmueras profundas de la TZ tienen concentraciones promedio similares. los Las concentraciones de bicarbonato son las menos variables entre zonas, pero como la mayoría de los parámetros geoquímicos en promedio son más bajos en las salmueras profundas de la TZ en comparación con las salmueras del núcleo, curiosamente las aguas de entrada, las lagunas y las salmueras profundas de la TZ tienen concentraciones promedio similares. los Las firmas Sr de las aguas de entrada y las lagunas en promedio son similares y las aguas de entrada tienen la mayor variabilidad. Las aguas marginales también son similares pero las salmueras del núcleo y las salmueras TZ indican una firma más variable y radiogénica y las salmueras del núcleo tienen una firma menos radiogénica que las salmueras profundas TZ. Este patrón puede atribuirse a la diversidad de materiales acuíferos para las salmueras que incluyen la ignimbrita Tucucaro de 3,1 Ma. Los núcleos de perforación de diamante del subsuelo que interceptan la ignimbrita en la región de salmuera profunda de TZ, así como el núcleo, muestran una alteración generalizada de la piedra pómez y la matriz vítrea por interacción con la salmuera.

Para probar más a fondo los procesos que afectan la geoquímica del agua a lo largo de la ruta de flujo descrita en la Figura 4, así como las salmueras y las aguas marginales, se realizó un modelo geoquímico de equilibrio en las aguas de cada una de las zonas. Vásquez et al. (2013) demostraron la importancia de incluir reacciones geoquímicas para modelos 2D de flujo de agua subterránea para un transecto en la parte noreste del SdA. Descubrieron que debido a la formación de minerales secundarios en el subsuelo poco profundo, la porosidad primaria y la permeabilidad del

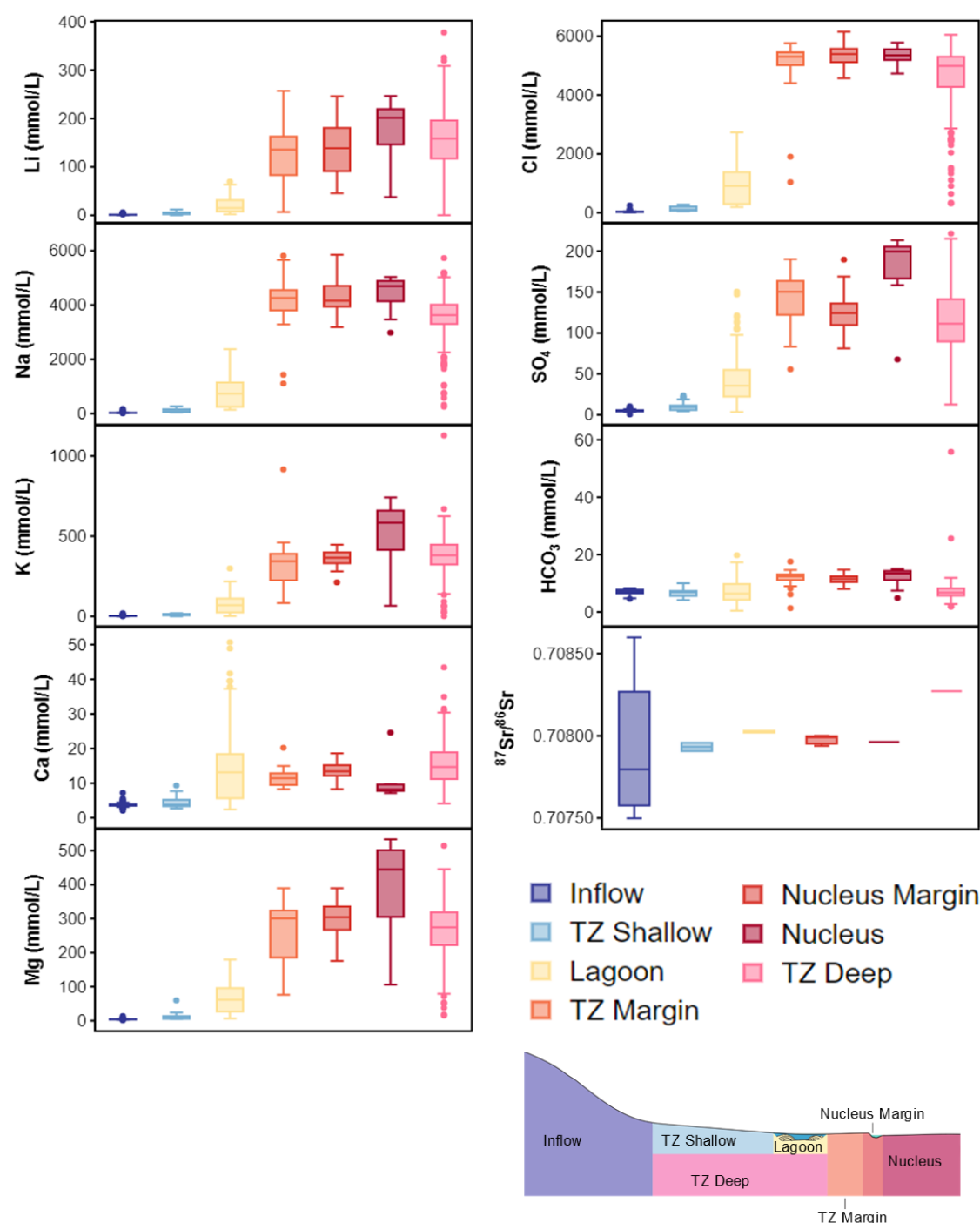


Figura 5. Composición química de los principales cationes y aniones y  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  Firmas Sr en todos los compartimentos de agua, incluidos todos los eventos de muestreo para este estudio. Sección transversal representativa insertada simplificada del modelo conceptual en la Figura 3.

los materiales del acuífero podrían verse alterados significativamente. El análisis realizado en el trabajo actual tiene el objetivo de utilizar la química del agua natural y probar qué minerales están en o cerca del equilibrio para confirmar nuestras observaciones de precipitación de minerales secundarios en depósitos superficiales y los de los núcleos de perforación diamantina en el subsuelo de la zona de transición sur. .

La Figura 6 ilustra los resultados del modelado geoquímico de equilibrio para todas las zonas de agua a lo largo del margen sur del transecto SdA hacia el núcleo de halita para calcita, yeso y halita. Los datos utilizados para este modelo se dividieron en aquellos con fuerza iónica  $< 0,1$  y aquellos con fuerza iónica  $> 0,1$  (Tabla S1). Las aguas de fuerza iónica baja e intermedia modeladas incluyen las de entrada y la zona de transición y, por lo tanto, producen resultados que incluyen no solo los minerales de evaporita comunes de carbonatos, sulfatos y cloruros, sino también algunos silicatos como la actividad de  $\text{SiO}_2(\text{ac})$  es lo suficientemente alto en estas regiones. Hay algunas lentes de 1 a 5 cm de material denso similar al pedernal que parecen ser posdeposicionales y que se encuentran dentro de los núcleos en la zona de transición. Se ha identificado que una muestra de este material contiene tridimita mediante métodos XRD (J. Grotzinger, com. pers.). Los resultados del modelo de agua de entrada son similares a los de las aguas de entrada que se encuentran más arriba en el mismo acuífero (MNT) por 10s de km, como se informó en Rissmann et al. (2015) (discutido en S1). Para las aguas en las lagunas, margen TZ, margen del núcleo y núcleo de halita, informamos el rango de índices de saturación para calcita, yeso y halita, ya que esas son las fases minerales dominantes observadas en el campo a partir del mapeo de la superficie y en el subsuelo a partir del núcleo de perforación. (hasta 200m).

A lo largo de la trayectoria del flujo, la tendencia general indica que las aguas de entrada y de la zona de transición están subsaturadas con respecto a la halita y el yeso ( $\log Q/K < 0$ ), pero están saturadas con respecto a la calcita ( $\log Q/K > 0$ ) y otros carbonatos. minerales de sulfato y silicato (Tabla S1). Las aguas de la laguna que aquí están representadas por las aguas de la Laguna Brava están subsaturadas con respecto a la halita pero están saturadas con respecto a la calcita y en menor medida al yeso. El margen de la TZ, el margen del núcleo y las aguas del núcleo están todos saturados con respecto a la halita, el yeso y la calcita, lo que indica que es en estas regiones donde las concentraciones/actividades de los iones requeridos son lo suficientemente elevadas como para provocar la precipitación de todas las fases minerales. También es evidente que la laguna, zona de transición,

que estén expuestos en la superficie o que contengan componentes de agua que estén expuestos en la superficie.

Tenga en cuenta que en el campo hay áreas dentro de la zona de transición que muestran procesos de zona vadosa que están en funcionamiento, incluida la formación de precipitados minerales secundarios, como sales eflorescentes y cloruros que se precipitan dentro de las grietas y otras aberturas en las costras salinas primarias. Los atribuimos a los procesos de evaporación y al suministro continuo de solutos por encima del nivel freático para formar estos minerales secundarios.

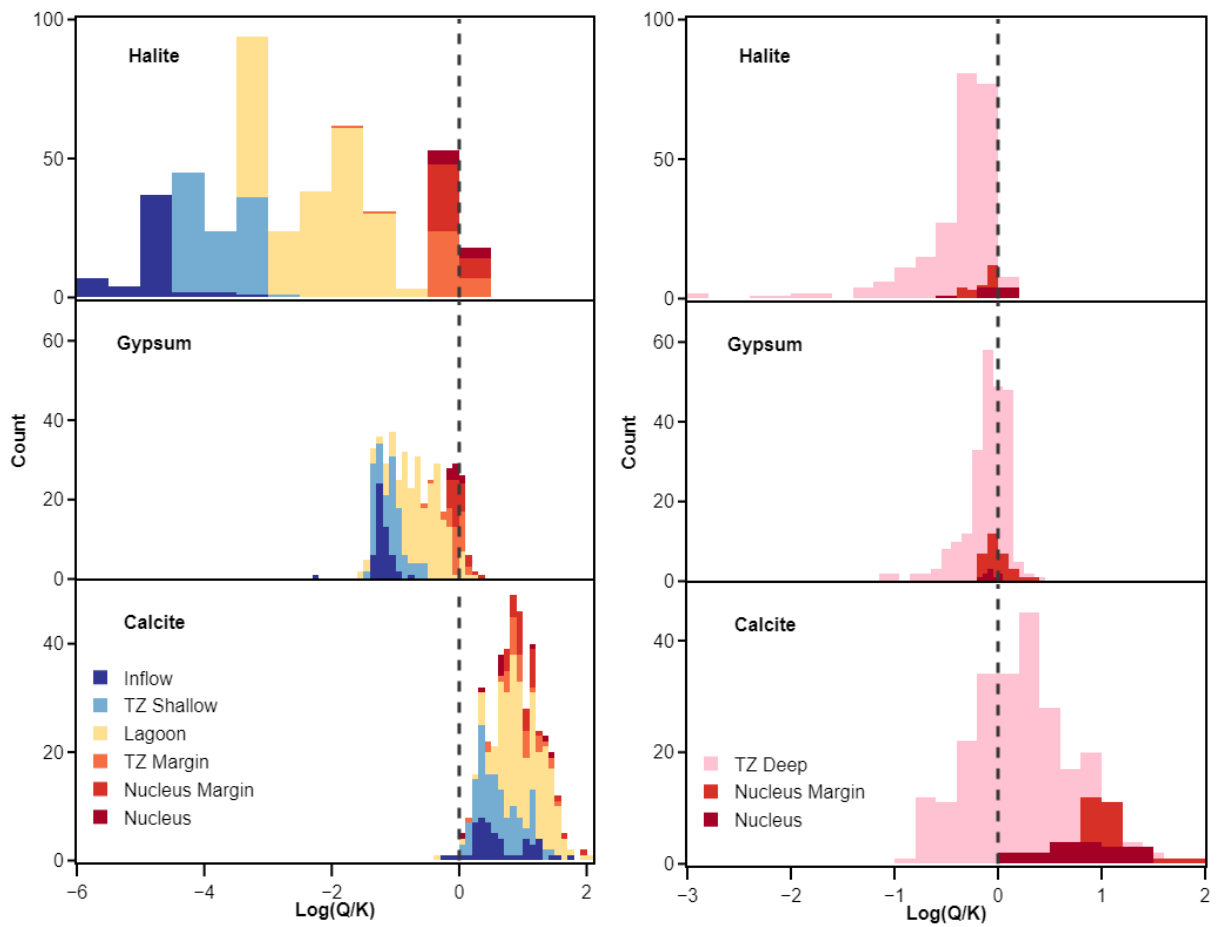


Figura 6. Histogramas de índices de saturación  $\text{Log}(Q/K)$  pronosticados para las principales fases de evaporita para todos los compartimentos de agua en el sistema de núcleo de zona de transición de entrada de SdA, incluidas las salmueras del subsuelo que se encuentran debajo de la zona de transición (TZ profunda) para varios años. /datos estacionales. Todos los datos SI modelados se incluyen en la Tabla S1.



#### 4.3 Dinámica Temporal de Aguas de Piscinas y Lagunas Abiertas

El margen del núcleo de halita a lo largo del margen sur de SdA se caracteriza por una depresión de ~ 2 m de ancho que se llena con agua de eventos de precipitación en o cerca de la superficie salar, estas características se definen como piscinas abiertas (Boutt et al., 2016). Las piscinas abiertas se forman a partir de la disolución de la halita principalmente por agua de lluvia más fresca (3H observaciones de Boutt et al., 2016 y Figura 4) y probablemente de cantidades más pequeñas de aguas subterráneas poco profundas de origen local que emergen de abanicos aluviales en el lado oeste y este del Cordón de Lila. Con el tiempo, el agua de la depresión se evapora, lo que da como resultado firmas isotópicas de agua estables que están muy enriquecidas (Boutt et al., 2016), ya que las piscinas con frecuencia se evaporan hasta secarse por completo durante el verano austral, lo que va acompañado de la precipitación de minerales secundarios, incluida la halita. La Figura 7 ilustra el margen sur de SdA desde 1969 hasta 2014. Está compilado a partir del mapa geológico publicado más antiguo (Morega et al., 1969) que representa las piscinas abiertas combinadas con la imagen Landsat de enero de 2014. El contorno de la posición del borde del margen del núcleo/piscinas abiertas se basa en el mapa de 1969, la posición de 1999 y la posición de 2014 de imágenes Landsat. Los resultados de este análisis indican dos observaciones importantes 1) las características de la piscina abierta han persistido a lo largo del tiempo al menos desde 1969 antes del inicio de cualquier extracción de salmuera y 2) el mayor cambio en la posición del borde del núcleo ocurrió entre 1969 y 1999 y se detectan pocos cambios entre 1999 y 2014.

Las imágenes satelitales y los análisis geoquímicos e isotópicos de las aguas de las lagunas indican que las lagunas son características dinámicas estacionales que se sustentan en la descarga de aguas subterráneas poco profundas, pero que también responden a eventos de precipitación locales (Boutt et al., 2016). Figura 8a. representa la extensión del área superficial de los cuerpos de agua superficial en la zona de transición sur antes y después de un evento de precipitación importante que ocurrió en el salar el 26 de marzo de 2015. El resultado fue un crecimiento en el área superficial de todas las características del agua superficial por un factor de 2.7. La extensión de la superficie de la laguna cambió de 0,9 km<sup>2</sup> a 1,6 kilómetros<sup>2</sup>, un aumento del 77%, que es aproximadamente un 25% superior al cambio durante un ciclo anual causado por la radiación solar incidente. Las pozas abiertas crecieron más de un 250 % después del evento de precipitación cambiando de tamaño de 0,33 km<sup>2</sup> a 1,28 kilómetros<sup>2</sup>.

La variación anual a más largo plazo (2002-2016) en el área superficial de las lagunas PBLC y SSI y las piscinas abiertas a lo largo del margen del núcleo, así como la precipitación diaria registrada en la estación meteorológica DGA Peine (ubicada en el sureste del Salar) son ilustrado en la Figura 8b. Estos cambios fueron destacados por primera vez por Boutt et al. (2016) pero también son demostrativos en este análisis porque estas observaciones indican el comportamiento dinámico anual y decenal de los cuerpos de agua superficiales en la zona de transición. En general, el sistema de lagunas SSI parece tener la menor cantidad de variabilidad natural en comparación con el sistema PBLC y las piscinas abiertas a lo largo del margen del núcleo. lo que destaca la importancia de investigar y monitorear cada sistema de lagunas y otras características influenciadas por la precipitación o la descarga de aguas subterráneas a lo largo del tiempo para tener la imagen más sólida del cambio. Este tipo de análisis combinado con otras verificaciones del terreno es fundamental en la comprensión general del uso del agua y sus impactos en esta cuenca. Por ejemplo, para evaluar realmente el impacto del bombeo de agua salada o agua dulce en las masas de agua superficiales, las respuestas naturales de estas masas de agua a los eventos hidrológicos regulares proporcionan la línea de base a partir de la cual evaluar otros impactos.

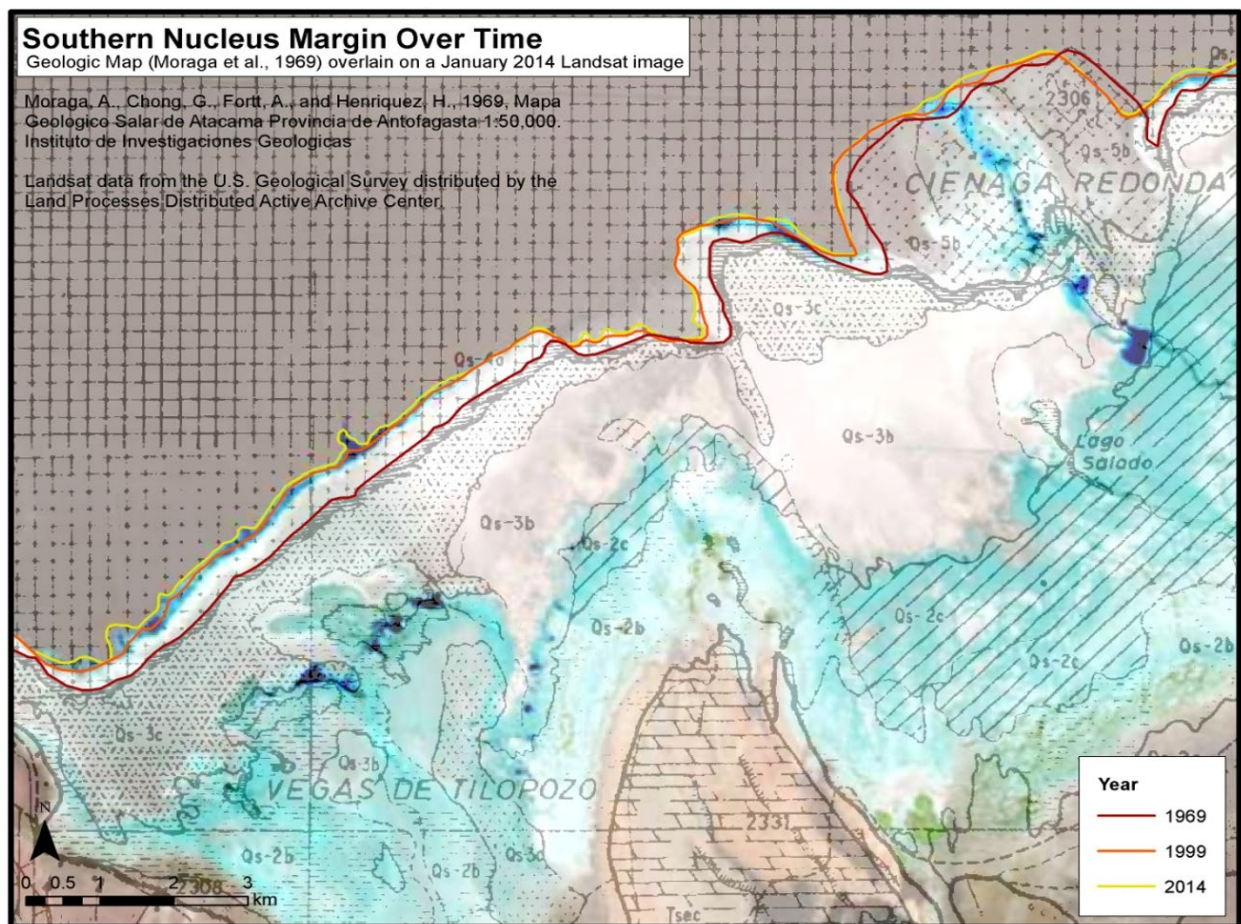


Figura 7. Sección del mapa geológico de Moraga et al. (1969) para la parte sureste de SdA superpuesta en la imagen Landsat de enero de 2014. Se destaca en amarillo la posición del borde del núcleo donde se acumulan y evaporan los charcos abiertos en 2014, así como las posiciones de este mismo rasgo en 1999 (naranja) y 1969 (rojo). Las abreviaturas de unidades geológicas mapeadas se pueden encontrar en Moraga et al. (1969).

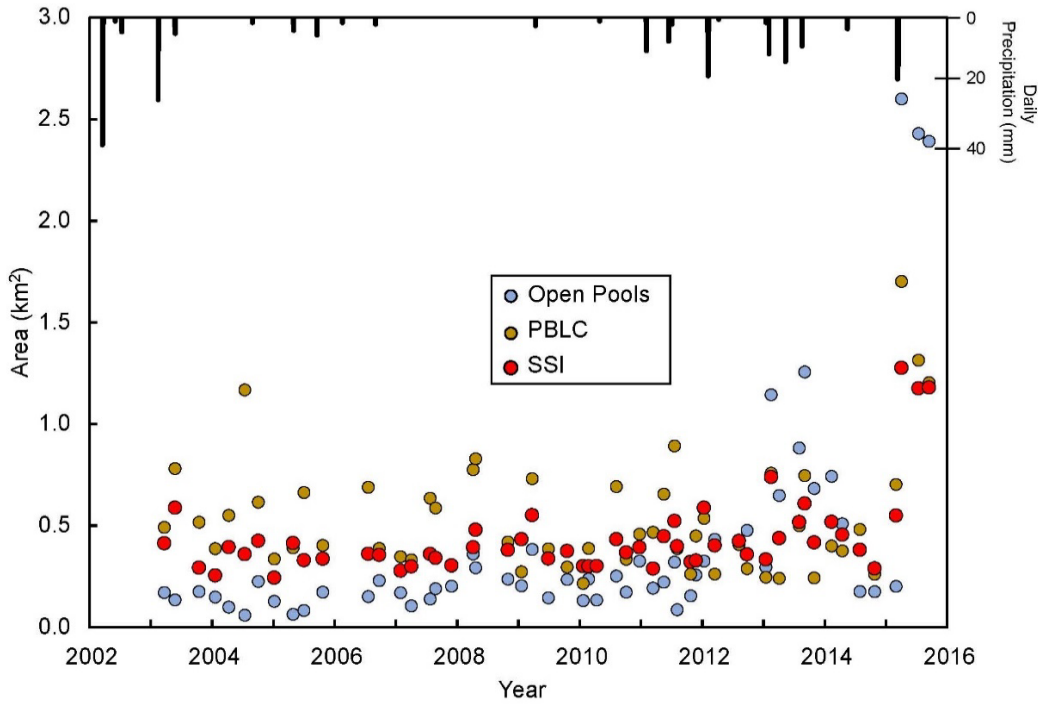
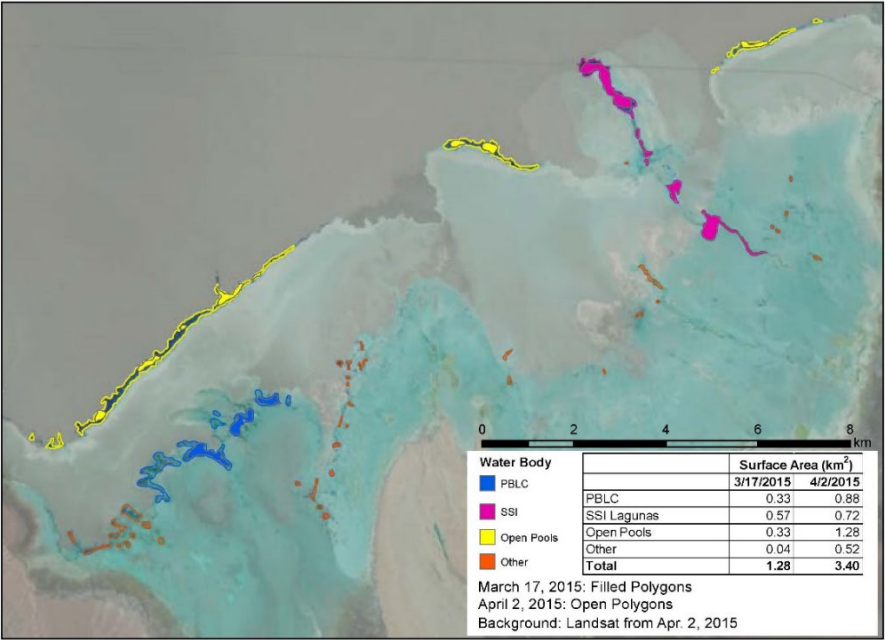


Figura 8a-b. Panel superior (a) Imagen de Landsat del 2 de abril de 2015 que muestra el cambio en el área superficial de los cuerpos de agua superficial en la TZ, el margen de la TZ, las lagunas y el borde del núcleo antes y después de una gran tormenta en marzo de 2015. Panel inferior (b) son los cambios a largo plazo en el área de superficie de las piscinas abiertas y dos sistemas de lagunas en el área sur de SdA según lo determinado a partir del mapeo de sensores remotos basado en imágenes Landsat.

## 5 Discusión

### 5.1 Evolución de la ruta de flujo

El agua que se descarga en las cercanías de las lagunas fluye a lo largo de largas trayectorias de flujo que descargan desde la región de entrada hacia la zona poco profunda de la TZ (Figura 3). A medida que el agua ingresa a esta región, comienza a sufrir una transformación física y química debido a la proximidad del agua con la superficie terrestre. La evaporación, la precipitación mineral y la disolución hacen que el agua aumente en TDS. Las rutas de flujo hacia la región tienen un componente tanto horizontal como vertical, como se muestra con flechas en la Figura 3. La presencia de depósitos de evaporación con permeabilidades variables hace que las rutas de flujo converjan en la región poco profunda de TZ hasta que alcancen 1-2 m bajo tierra. superficie. A esta profundidad, la evaporación comienza a eliminar el agua del sistema que conduce a la precipitación mineral del orden del carbonato en las marismas y se alcanza un equilibrio adicional hacia el salar con yeso y halita. Hay una serie de trayectorias discretas de flujo hacia la zona poco profunda de la TZ que descargan a diferentes velocidades y ubicaciones en toda esta área. Parte del agua forma manantiales que se descargan a velocidades mayores que la velocidad a la que la evaporación puede eliminar el agua a la atmósfera. El agua no se acumula en todas partes en la superficie de esta zona por dos razones: 1) la descarga parece ser menor que la evaporación del suelo y 2) una vez que el agua está presente en la superficie, las tasas de evaporación aumentan sustancialmente, lo que da como resultado una retroalimentación no lineal. Debido a que la evaporación varía estacionalmente, algunas filtraciones con tasas de entrada más bajas son efímeras y forman pequeñas lagunas que están presentes estacionalmente. Los lugares de descarga predominantes ocurren en las regiones arriba del gradiente hidráulico de las lagunas. Aquí, las tasas de descarga son lo suficientemente altas como para que la tasa de descarga exceda en gran medida la evaporación, formando grandes fuentes de agua superficiales perennes que son las lagunas. Si bien hay filtraciones locales en y alrededor del margen de las lagunas, la mayor parte del flujo de agua hacia las lagunas parece ser un gradiente ascendente de la característica real del agua superficial. Boutt et al. (2016) y Moran et al. (2019) demostraron que el agua que se descarga en estas lagunas es una mezcla compleja de agua subterránea regional y precipitación moderna; además, los resultados presentados aquí indican una variabilidad estacional considerable en la geoquímica de las aguas de la laguna.

## 5.2 Evolución Geoquímica de las Aguas en Zona de Transición

El transecto físico y químico del flujo de entrada poco profundo, TZ poco profundo, lagunas, margen de TZ, margen del núcleo y núcleo en la Figura 4 indica que el sistema de aguas subterráneas poco profundas evoluciona de agua dulce a salobre y salada a lo largo de una trayectoria de flujo larga que se origina en el MNT gradiente arriba acuífero que es la principal fuente de agua de entrada. Anteriormente, Munk et al. (2018, Fig. 8) demostraron que la salmuera de litio en el núcleo se forma a lo largo de millones de años a partir de la interacción agua-roca en las zonas de entrada, seguida de procesos de concentración de evaporación y, en última instancia, de cristalización fraccionada de halita que hace que las salmueras residuales se conviertan en altamente enriquecido en Li que es extremadamente incompatible. El trabajo presentado en esta contribución ejemplifica además que las regiones TZ de los salares son áreas de funcionamiento hidrogeológico únicas e independientes que están desacopladas del núcleo grueso menos hidrogeológicamente activo. Esto se demuestra por la falta de conexión hidrogeoquímica entre las lagunas, el margen de la TZ y las aguas del margen del núcleo (Figura 4). La recarga del núcleo de halita ocurre (Boutt et al., 2016), pero se produce principalmente a través de aguas que se acumulan a lo largo del margen del núcleo de halita en charcos abiertos, así como a través de la precipitación directa en la superficie del salar. El trabajo reciente sobre el desarrollo de modelos geológicos e hidroestratigráficos en 3D de la cuenca SdA ha llevado a evidencia adicional que respalda que las fallas principales en la región también pueden mover fluidos hacia y dentro del núcleo de halita, sin embargo,

Los principales datos de concentración de cationes y aniones más Li para todas las zonas de agua definidas en el sistema de núcleo de zona de transición de entrada ilustran aún más la falta de similitud entre las aguas poco profundas de entrada y TZ en comparación con las lagunas, y el margen de TZ, núcleo margen, TZ profunda y las aguas del núcleo (Figura 5). Los compartimentos que parecen tener cohesión geoquímica son 1) la ZT de entrada y somera, 2) lagunas, 3) margen de la ZT, margen de la ZT profunda y núcleo, y 4) núcleo. Munk et al. (2018) indicaron que la diferencia entre las aguas poco profundas de entrada/TZ y las lagunas podría explicarse fácilmente por la evaporación de las entradas para alcanzar las concentraciones observadas en las lagunas, lo que también se mantiene en este conjunto de datos ampliado. Sin embargo,

firma geoquímica y son distintas de las salmueras TZ. Los señores Las firmas Sr indican que existe una interacción agua-roca de meteorización/disolución del subsuelo con una fuente más radiogénica, probablemente la ignimbrita de Tucucaro u otros depósitos volcánicos. Este proceso del subsuelo no solo es probablemente una forma importante de liberar Li y otros elementos a la salmuera, sino que también contribuye a aumentar la porosidad y la permeabilidad de la ignimbrita como acuífero potencial.

Hay dos hallazgos críticos de estos datos y análisis: 1) las aguas poco profundas de entrada y TZ son distintas de una salmuera del subsuelo que ocurre en la TZ profunda, 2) las salmueras profundas de TZ son geoquímicamente distintas de las salmueras del núcleo, lo que indica que, en general, la TZ parece ser hidrogeológicamente distinto del núcleo tanto en el sistema de aguas subterráneas poco profundas como en el sistema de aguas subterráneas de salmuera más profundo. Mc Knight et al. (2020) se basan en estas observaciones verificadas en el terreno para modelar aún más el desacoplamiento de la interfaz agua dulce-salmuera y demostrar que es fundamental utilizar enfoques de modelado heterogéneos para representar mejor estos sistemas. La nueva geología detallada del subsuelo que se ha interpretado (Figura 3) también respalda estos hallazgos dada la amplia gama de conductividades hidráulicas de este sistema acuífero.

Los resultados del modelo de equilibrio geoquímico presentado en la Figura 6 indican que existen zonas definitivas de precipitación mineral predecible en el sistema de entrada-transición-núcleo pero que existe una variabilidad considerable, particularmente en los cuerpos de agua superficiales expuestos directamente a la influencia de la evaporación. La saturación de halita es evidente solo en el núcleo, el margen del núcleo, el margen de la TZ y algunas de las salmueras profundas de la TZ. La saturación de yeso ocurre dentro de esas mismas aguas pero también en algunas aguas de laguna y la saturación de calcita ocurre en todas las zonas de agua. Las salmueras profundas de TZ también son distintas de otras salmueras en el sistema y muestran una variabilidad mucho mayor en la composición geoquímica y los estados de saturación previstos. El último hallazgo es fundamental, ya que las salmueras TZ aún no se han estudiado rigurosamente y, dado que parecen ser distintas de las salmueras del núcleo, puede haber procesos adicionales/diferentes responsables de su formación. El modelo de equilibrio también ayuda a verificar el papel de la precipitación mineral secundaria en las propiedades hidrogeológicas de porosidad y permeabilidad en el sistema acuífero de la TZ como se muestra en la Figura 3.

5.3 Dinámica espacial y temporal de características de descarga de aguas subterráneas y piscinas abiertas

El comportamiento hidrodinámico de los sistemas lagunares en la zona de transición depende del apoyo de la descarga de aguas subterráneas derivadas aguas arriba, las fluctuaciones anuales en la evaporación y la precipitación directa sobre el salar. Las piscinas abiertas a lo largo del margen del núcleo de halita tienen un comportamiento hidrodinámico distinto al de los otros cuerpos de agua abiertos en la zona de transición porque no están respaldados por la descarga continua de agua subterránea sino que responden a eventos de precipitación en la superficie del salar. Esta es una distinción importante entre las lagunas y las piscinas abiertas que indica su falta general de conexión hidráulica. El análisis de sensores remotos de los cuerpos de agua abiertos en las áreas de transición del salar revela aún más la importancia de los eventos de precipitación y el clima en el tamaño de estos cuerpos de agua.

## 6. Conclusiones

Este trabajo es el primero en cuantificar la relación entre las zonas hidrogeológicas y geoquímicas de los sistemas salares de agua dulce y salmuera. Un hallazgo fundamental de esta investigación es que la compleja geología del subsuelo y el desarrollo de una interfaz de agua dulce-salmuera controlan la formación de las zonas de agua definidas. Estas importantes observaciones realizadas a través de una evaluación completa de todos los tipos de agua a través del sistema salar de agua dulce y salmuera están respaldadas por evidencia física, geológica, geoquímica e isotópica. La sostenibilidad de los recursos básicos de salmuera y agua dulce en esta región depende de este riguroso análisis científico. Estas nuevas observaciones y hallazgos son particularmente importantes para comprender la posición y el comportamiento dinámico de las lagunas y otros cuerpos de agua superficiales en la zona de transición de los sistemas salares. Las lagunas crecen y se encogen en respuesta al clima y la precipitación, están encaramadas por materiales de baja permeabilidad en el subsuelo y dependen de la entrada de agua dulce de los acuíferos del sur (MNT), no de la posición de la interfase agua dulce-salmuera en el subsuelo. Las diferencias geoquímicas en la salmuera de la zona de transición y la salmuera del núcleo indican que puede haber otros procesos responsables de la formación de la salmuera TZ en comparación con la salmuera del núcleo.

## 7 Agradecimientos y Datos

Los autores desean agradecer a Albemarle por proporcionar acceso a núcleos de perforación diamantina para análisis, así como acceso a su base de datos interna de química del agua y por el apoyo general de



la investigación, particularmente para las operaciones de campo. Se agradecen las contribuciones de Lilly Corenthal, Leah Santangelo y Anna Campbell con el análisis de detección remota que se presenta aquí. Este proyecto también recibió el apoyo parcial del premio NSF 1443226. No existen conflictos o intereses financieros reales o aparentes para ninguno de los autores. Datos que respaldan la se pueden obtener conclusiones de <https://doi.org/10.7275/qr40-z439>.

## Referencias

- Allmendinger, RW, Jordan, TE, Kay, SM e Isacks, BL (1997). La Evolución del Altiplano-Meseta de la Puna de los Andes Centrales. *Revisión anual de Ciencias Planetarias y de la Tierra*, 25(1), 139-174. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.25.1.139>
- Aron, F., González, G., Veloso, E., & Cembrano, J. (2008). Arquitectura y estilo de compresión. Deformación neógena en el borde este-sureste de la cuenca del Salar de Atacama (22°30'-24°15'S): Un escenario estructural para el arco volcánico activo de los Andes Centrales. En 7th International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2008, Nice) (pp. 52-55)
- Boschetti, T., Cortecchi, G., Barbieri, M. y Mussi, M. (2007). Datos geoquímicos nuevos y pasados de frescos a aguas salobres del Salar de Atacama y Altiplano Andino, norte de Chile. *Geofluidos*, 7(1), 33-50.
- Boutt, D., Corenthal, L., Munk, LA y Hynek, S. (2018). Desequilibrio en el presupuesto hidrológico moderno de cuencas topográficas a lo largo de la vertiente occidental de los Andes (21-25°S). <https://doi.org/10.31223/osf.io/p5tsq>
- Breitkreuz, C. (1995). Las formaciones Peine y Cas del Pérmico tardío en el margen oriental del Salar de Atacama, norte de Chile: estratigrafía, facies volcánicas y tectónica. *Revista Geológica de Chile*, 22(1), 3-23.
- Cervetto Sepúlveda, MM (2012). Caracterización hidrogeológica e hidrogeoquímica de las cuencas: Salar de Aguas calientes 2, Puntas negras, Laguna Tuyajto, Pampa Colorada, Pampa Las Tecas y Salar el Laco, II región de Chile.
- Chaffaut I, Coudrain-Ribstein A, Michelot JL, Pouyaud B. (1998) Precipitations d'altitude du Nord-Chili, origen de las fuentes de vapeur et donnees isotopiques. *Bulletin de l'Institut Francais d'études andine*, 27, 367-84.
- de Silva, SL (1989). Geocronología y estratigrafía de las ignimbritas desde los 21°30'S hasta los 23°30'S porción de los Andes Centrales del norte de Chile. *Revista de Vulcanología e Investigación Geotérmica*, 37(2), 93-131. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(89\)90065-6](https://doi.org/10.1016/0377-0273(89)90065-6)
- de Silva, SL (1989a). Complejo volcánico Altiplano-Puna de los Andes centrales. *Geología*, 17(12), 1102-1106. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1989\)017<1102:APVCOT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1989)017<1102:APVCOT>2.3.CO;2)
- Gardeweg, M. y Ramírez, CF (1987). La caldera de La Pacana y la Ignimbrita de Atana - un gran flujo de cenizas y complejo de caldera resurgente en los Andes del norte de Chile. *Boletín de Vulcanología*, 49(3), 547-566. <https://doi.org/10.1007/BF01080449>
- Gleeson, T., Cuthbert, M., Ferguson, G. y Perrone, D. (2020). Sostenibilidad mundial de las aguas subterráneas, Recursos y Sistemas en el Antropoceno. *Revisión anual de Ciencias Planetarias y de la Tierra*, 48(1), 431-463. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-071719-055251>
- González, G., Cembrano, J., Aron, F., Veloso, EE, & Shyu, JBH (2009). compresional coetánea deformación y vulcanismo en los Andes centrales, estudios de caso del norte de Chile (23°S-24°S). *Tectónica*, 28(6). <https://doi.org/10.1029/2009TC002538>
- Herrera, C., Custodio, E., Chong, G., Lambán, LJ, Riquelme, R., Wilke, H., ... Lictevout, E. (2016). Flujo de agua subterránea en una cuenca cerrada con un lago salino poco profundo en un área volcánica: Laguna Tuyajto, Altiplano de los Andes del norte de Chile. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 541, 303-318. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.060>

- Houston, J. (2009). Un modelo de recarga para acuíferos andinos áridos de gran altitud. procesos hidrológicos, 23(16), 2383–2393. <https://doi.org/10.1002/hyp.7350>
- Houston, J., Butcher, A., Ehren, P., Evans, K. y Godfrey, L. (2011, noviembre). La evaluación de la salmuera. perspectivas y la exigencia de modificaciones a las normas de archivo. Geología Económica. <https://doi.org/10.2113/econgeo.106.7.1225>
- Houston, J. y Hart, D. (2004). Desintegración de cabeza teórica en acuíferos de cuenca cerrada: una visión de los fósiles aguas subterráneas y eventos de recarga en los Andes del norte de Chile. Revista trimestral de ingeniería, geología e hidrogeología 37, 131–139. doi:10.1144/1470-9236/04-007
- Jordan, TE, LV Godfrey, N. Muñoz, RN Alonso, TK Lowenstein, GD Hoke, N. Peranginangin, BL Isacks y L. Cathles (2002), Circulación de aguas subterráneas a escala orogénica en los Andes centrales: pruebas y consecuencias., 5.º ISAG (International Symp. Andean Geodyn.), 331–334.
- Jordan, TE, Mpodozis, C., Muñoz, N., Blanco, N., Pananont, P., & Gardeweg, M. (2007). Cenozoico Estratigrafía y estructura del subsuelo de la cuenca del Salar de Atacama, norte de Chile. Revista de Ciencias de la Tierra de América del Sur, 23 (2–3), 122–146. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2006.09.024>
- Jordan, TE, Nester, PL, Blanco, N., Hoke, GD, Dávila, F., & Tomlinson, AJ (2010). Levantamiento de la Meseta Altiplano-Puna: Una vista desde el oeste. Tectónica, 29(5). <https://doi.org/10.1029/2010TC002661>
- Kuhn, D. (2002). Estructuras de fajas plegadas y corridas y fallas de rumbo en el margen SE del Salar de Cuenca de Atacama, Andes chilenos. Tectónica, 21(4), 8-1-8-17. <https://doi.org/10.1029/2001TC901042>
- Martínez, F., López, C., Bascuñán, S., & Arriagada, C. (2018). Interacción tectónica entre Mesozoico a Estructuras contractivas y extensionales del Cenozoico en la Depresión Preandina (23°–25°S): Implicaciones geológicas para los Andes Centrales. Tectonofísica, 744, 333–349. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.07.016>
- McKnight, S., Boutt, D. y Munk, LA (2020, 10 de julio). Impacto de la Continuidad Hidroestratigráfica en heterogeneidad en la dinámica de la interfaz salmuera-agua dulce; Implicaciones de un estudio paramétrico 2-D en una cuenca árida y endorreica. <https://doi.org/10.31223/osf.io/ea783>
- Mather, AE y Hartley, A. (2005). Eventos de flujo en un abanico aluvial hiperárido: Quebrada Tambores, Salar de Atacama, norte de Chile. Publicación especial de la Sociedad Geológica, 251, 9–24. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.251.01.02>
- Moran, BJ, Boutt, DF y Munk, LA (2019). La sistemática estable y de radioisótopos revela un fósil El agua como característica fundamental de los sistemas áridos de aguas subterráneas a escala orogénica. Investigación de recursos hídricos, 55(12), 11295–11315. <https://doi.org/10.1029/2019WR026386>
- Ortiz, C., Aravena, R., Briones, E., Suárez, F., Tore, C., & Muñoz, JF (2014). Fuentes de agua superficial para el ecosistema Soncor, cuenca del Salar de Atacama, norte de Chile. Revista de Ciencias Hidrológicas, 59(2), 336–350.
- Pigati, JS, Rech, JA, Quade, J. y Bright, J. (2014, mayo). Humedales del desierto en el registro geológico. Reseñas de Ciencias de la Tierra. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.02.001>
- Reutter, KJ, Charrier, R., Götze, HJ, Schurr, B., Wigger, P., Scheuber, E., ... y Chong, G. (2006). los Cuenca del Salar de Atacama: bloque hundido en el borde occidental de la Meseta Altiplano-Puna. En los Andes (págs. 303–325). Springer Berlín Heidelberg.
- Risacher, F., Alonso, H., Salazar, C. (1999). Geoquímica de aguas en cuencas cerradas: I, II y III Regiones–Chile. 1. Ministerio de Obras Públicas, págs. 209.
- Rissmann, C., Leybourne, M., Benn, C. y Christenson, B. (2015). El origen de los solutos dentro de la aguas subterráneas de un acuífero altoandino. Geología química, 396, 164–181. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2014.11.029>
- Rosen, MR (1994). La importancia del agua subterránea en las playas: Una revisión de las clasificaciones de las playas y la Sedimentología e hidrología de playas. Documento especial de la Sociedad Geológica de América, 289, 1–18. <https://doi.org/10.1130/SPE289-p1>
- Rubilar, J., Martínez, F., Arriagada, C., Becerra, J., & Bascuñán, S. (2018). Estructura de la Cordillera de la Sal: Un elemento tectónico clave para la evolución Oligoceno-Neógeno de la cuenca del Salar de Atacama,

Andes centrales, norte de Chile. *Revista de Ciencias de la Tierra de América del Sur*, 87, 200–210.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.11.013>

Strecker, MR, Alonso, RN, Bookhagen, B., Carrapa, B., Hilley, GE, Sobel, ER y Trauth, MH  
 (2007). Tectónica y Clima de los Andes Centro Sur. *Revisión anual de Ciencias Planetarias y de  
 la Tierra*, 35(1), 747–787. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.35.031306.140158>

Tyler, SW,  
 Muñoz, JF y Wood, WW (2006). La respuesta de la hidráulica de playa y sabkha y  
 mineralogía al forzamiento climático. *Agua Subterránea*. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2005.00096.x>

Wang, J., Song, C., Reager, JT, Yao, F., Famiglietti, JS, Sheng, Y., ... Wada, Y. (2018). Reciente  
 Disminución global de las reservas de agua de las cuencas endorreicas. *Nature Geoscience*, 11(12), 926–932.  
<https://doi.org/10.1038/s41561-018-0265-7>

Ward, KM, Zandt, G., Beck, SL, Christensen, DH y McFarlin, H. (2014). Imágenes sísmicas de la  
 apuntalamientos magmáticos debajo del complejo volcánico Altiplano-Puna a partir de la inversión conjunta de la  
 dispersión de ondas superficiales y las funciones del receptor. *Earth and Planetary Science Letters*, 404, 43–53.  
<https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.07.022>

Warren, JK (2010). Evaporitas a través del tiempo: Controles tectónicos, climáticos y eustáticos en ambientes marinos y  
 depósitos no marinos. *Reseñas de Ciencias de la Tierra*. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.11.004>

Warren, J. (2015). Evaporitas Un compendio geológico Segunda edición. *Evaporitas A Geológica*  
 Segunda edición del Compendio (págs. 1 a 3). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13512-0>

Wilson, JL  
 y Guan, H. (2013). Hidrología de Bloques Montañosos y Recarga de Frentes Montañosos. En  
 Recarga de agua subterránea en un entorno desértico: el suroeste de los Estados Unidos (Vol. 9, págs.  
 113–137). *Unión Geofísica Americana*. <https://doi.org/10.1029/009WSA08>

WMC [Consultores de Gestión del Agua Ltda.] (2007). Analisis de la relacion entre las aguas subterraneas  
 del Proyecto Pampa Colorada, las vertientes y del margen este del Salar de Atacama y las Lagunas  
 Miscanti y Minique, Informe III Final, Santiago, Chile.

Zipper, SC, Jaramillo, F., Wang-Erlandsson, L., Cornell, SE, Gleeson, T., Porkka, M., ... Gordon, L.  
 (2020). Integración del límite planetario del agua con la gestión del agua desde escalas locales a escalas  
 globales. *El futuro de la Tierra*, 8(2). <https://doi.org/10.1029/2019ef001377>

**Distinciones hidrogeológicas y geoquímicas en la salmuera de agua dulce del Salar  
Sistemas**

Munk LA<sup>1</sup>0000-0003-2850-545X, Zona DF<sup>2</sup>0000-0003-1397-0279, BJ Moran<sup>2</sup>  
0000-0002-9862-6241, SV McKnight<sup>2</sup>0000-0002-6013-193X, J. Jenckes<sup>1</sup>  
0000-0002-1811-3076

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Alaska Anchorage

<sup>2</sup>Departamento de Geociencias, Universidad de Massachusetts Amherst

Autor para correspondencia: Lee Ann Munk ( lamunk@alaska.edu )

**Contenido de este archivo**

Texto S1

Tabla S1

Película S1

**Información de apoyo adicional (archivos cargados por separado)**

Leyenda para la mesa S1

Leyenda para las películas S1

**Introducción**

La información de respaldo contenida en esta sección incluye los resultados del modelado del equilibrio geoquímico de los diferentes tipos de agua analizados en este documento para cada una de las zonas hidrogeológicas definidas. Estos resultados de modelado se usaron para producir la figura 6 en el texto principal y todos los datos sin procesar se incluyen en <https://doi.org/10.7275/qr40-z439>. Se utilizó Geochemist Workbench para producir estos resultados modelados de índices de saturación con la aproximación de fuerza iónica utilizada para cada muestra en función de la fuerza iónica de la solución (mayor o menor que 0,1). Los valores de los índices de saturación por debajo de 1,0 indican subsaturación y los valores de 1,0 o superiores indican saturación según los datos termodinámicos y la temperatura de cada muestra. Las aguas de entrada con menor fuerza iónica fueron

se modelaron con la aproximación de Debye-Huckel y las aguas salobres y salmueras se modelaron con la aproximación de Harvie-Moller-Weare.

Además de los resultados ilustrados en la Figura 6 para los principales minerales de evaporita, también se pronostica que otros minerales estarán saturados o cerca de la saturación en el agua de entrada y en la zona poco profunda de la TZ, incluida la aragonita ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomita ( $(\text{Ca,Mg})\text{CO}_3$ ), estroncianita ( $\text{SrCO}_3$ ), witherita ( $\text{BaCO}_3$ ), barita ( $\text{BaSO}_4$ ), sílice amorfa ( $\text{SiO}_2$  (a. m.)), calcedonia ( $\text{SiO}_2$ ), y cristobalita ( $\text{SiO}_2$ ).

Celestita ( $\text{BaSO}_4$ ) se prevé que esté subsaturado en todas las zonas de agua. También se prevé que la anhidrita esté subsaturada en todas las zonas de agua, lo que es consistente con nuestras observaciones de que este mineral, aunque presente, es muy escaso en los afloramientos y en los núcleos de perforación diamantina recuperados de la zona de transición y el núcleo. Antártida ( $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) está incluido en los resultados del modelo y está subsaturado en todas las aguas analizadas.

Los índices de saturación están en blanco en la Tabla S1 donde los datos de concentración elemental no estaban disponibles.

**Tabla S1.** Índices de saturación modelados para todos los tipos de agua y muestras utilizadas en el análisis.

Se incluye una película de viaje de campo virtual para ayudar en la experiencia del lector y la comprensión del medio ambiente y las zonas de agua definidas en este estudio. Las principales zonas de agua y algunos de los cuerpos de agua superficiales importantes se identifican con texto en la película, estos se corresponden con las zonas y características a las que se hace referencia en el texto. Disfrutar.

**Película S1.** Video de drones de las zonas hidrogeológicas y geoquímicas recién identificadas del Salar de Atacama.

Ejemplo de identificación	Zona	Muestra, Fecha	calcita	Yeso	Hábito	Aragonito	Dolomita	estromonclita	witherita	barrosina	Amorfo sílice	Calcedonia	Cristobalita	Celestita	Anhidrita	antártica	Actividad	
																	Coefficiente Aproximación	
138	Afluenza	21/02/13	0.326	-1.343	-5.886	0.162	1.635	0.822			-0.182	0.832	0.553	-1.649	-1.515	-11.600	Debye Huckel	
138	Afluenza	23/05/13	0.873	-1.206	-5.532	0.708	2.581	1.819			0.320	1.350	1.068	-1.090	-1.401	-11.020	Debye Huckel	
138	Afluenza	27/7/13	0.291	-1.199	-5.531	0.127	1.446				-0.948	0.068	-0.211		-1.374	-11.050	Debye Huckel	
138	Afluenza	8/9/13	0.384	-1.205	-5.491	0.220	1.630	1.038			-0.018	0.987	0.710	-1.334	-1.363	-11.080	Debye Huckel	
138	Afluenza	17/10/13	0.349	-1.177	-5.555	0.184	1.506	1.051			-0.122	0.911	0.628	-1.306	-1.370	-11.030	Debye Huckel	
138	Afluenza	29/11/13	0.300	-1.147	-5.551	0.135	1.484	1.040			-0.035	0.994	0.712	-1.237	-1.341	-11.000	Debye Huckel	
138	Afluenza	10/12/13	0.515	-1.265	-5.548	0.350	1.929	1.386			-0.027	0.996	0.715	-1.212	-1.450	-11.120	Debye Huckel	
138	Afluenza	22/01/14	0.316	-1.250	-5.442	0.151	1.541	0.974			-0.083	0.927	0.648	-1.383	-1.414	-11.040	Debye Huckel	
138	Afluenza	14/02/14	-0.201	-1.314	-5.687	-0.365	0.658	0.800			-0.114	0.874	0.600	-1.061	-1.445	-11.250	Debye Huckel	
200	Afluenza	22/10/13	0.582	-1.148	-4.693	0.418	2.186	1.080			-0.151	0.845	0.569	-1.414	-1.291	-10.010	Debye Huckel	
200	Afluenza	17/12/13	0.078	-1.237	-4.881	-0.086	1.173	0.877			-0.228	0.763	0.488	-1.193	-1.373	-10.310	Debye Huckel	
200	Afluenza	14/01/14	0.469	-1.250	-4.782	0.305	1.888	0.473						-2.031	-1.410	-10.230	Debye Huckel	
200	Afluenza	14/02/14	-0.091	-1.283	-5.000	-0.256	0.812	0.969			-0.069	0.941	0.663	-1.016	-1.449	-10.430	Debye Huckel	
200	Afluenza	18/03/14	0.417	-1.191	-4.905	0.253	1.793	0.831	0.710		-0.085	0.022	1.032	0.754	-1.569	-1.356	-10.150	Debye Huckel
200	Afluenza	19/04/14	0.561	-1.183	-4.888	0.396	2.087	0.960	0.943		0.012	0.004	1.014	0.736	-1.575	-1.348	-10.170	Debye Huckel
200	Afluenza	14/05/14	0.268	-1.076	-4.970	0.104	1.484	0.689	0.617		0.082	-0.069	0.944	0.665	-1.455	-1.246	-10.360	Debye Huckel
200	Afluenza	14/06/14	0.182	-1.202	-4.949	0.017	1.267	0.625	0.479		-0.105	-0.038	0.983	0.703	-1.572	-1.383	-10.320	Debye Huckel
200	Afluenza	21/07/14	0.272	-1.238	-4.715	0.107	1.529	0.686	0.634		-0.070	-0.060	0.956	0.677	-1.627	-1.412	-10.060	Debye Huckel
200	Afluenza	19/08/14	0.314	-1.269	-4.614	0.149	1.627	0.740	0.709		-0.069	-0.098	0.919	0.640	-1.649	-1.444	-9.938	Debye Huckel
200	Afluenza	9/7/14	0.612	-1.164	-4.644	0.447	2.234	1.052	0.998		0.027	-0.094	0.923	0.643	-1.529	-1.339	-10.020	Debye Huckel
200	Afluenza	11/10/14	0.529	-1.015	-4.523	0.365	1.930	0.763	0.713		-0.021	-0.112	0.901	0.622	-1.577	-1.183	-9.645	Debye Huckel
200	Afluenza	11/4/14	0.356	-1.173	-4.698	0.192	1.735	0.774	0.719		0.002	-0.105	0.905	0.627	-1.549	-1.339	-10.090	Debye Huckel
200	Afluenza	5/12/14	0.404	-2.284	-4.494	0.239	1.897	0.906	1.148		-0.735	0.049	1.065	0.786	-2.586	-2.458	-9.783	Debye Huckel
200	Afluenza	11/01/15	0.758	-0.938	-4.616	0.594	2.385	0.894	0.816		-0.069	-0.093	0.919	0.640	-1.597	-1.105	-9.592	Debye Huckel
200	Afluenza	12/02/15	0.629	-1.246	-4.504	0.464	2.268	1.040	0.954		-0.111	-0.110	0.903	0.625	-1.632	-1.415	-9.844	Debye Huckel
200	Afluenza	3/7/15	1.053	-1.042	-4.919	0.888	3.019	1.393	1.310		0.024	-0.103	0.910	0.631	-1.500	-1.212	-10.250	Debye Huckel
200	Afluenza	4/7/15	0.375	-1.241	-4.608	0.210	1.762	0.790	0.803		-0.002	-0.045	0.967	0.688	-1.621	-1.408	-9.955	Debye Huckel
200	Afluenza	5/5/15	1.719	-1.302	-4.720	1.555	4.460	2.109	2.011		-0.202	-0.066	0.947	0.669	-1.711	-1.472	-10.140	Debye Huckel
200	Afluenza	3/6/15	1.557	-1.306	-4.647	1.392	4.207	2.086	2.063		-0.115	0.910	0.629	-1.599	-1.493	-10.040	Debye Huckel	
200	Afluenza	13/07/15	0.693	-1.256	-4.653	0.528	2.393	1.124	1.037		-0.116	-0.068	0.957	0.676	-1.645	-1.442	-9.975	Debye Huckel
200	Afluenza	8/8/15	0.493	-1.187	-4.566	0.328	1.988	0.881	0.508		-0.366	-0.026	0.990	0.711	-1.602	-1.360	-9.866	Debye Huckel
200	Afluenza	9/6/15	0.977	-1.320	-4.588	0.812	2.959	1.378	1.358		-0.138	-0.087	0.933	0.653	-1.731	-1.500	-9.870	Debye Huckel
200	Afluenza	10/12/15	1.248	-1.274	-4.692	1.083	3.531	1.695	1.596		-0.121	-0.044	0.973	0.693	-1.632	-1.449	-10.040	Debye Huckel
200	Afluenza	11/10/15	1.268	-1.327	-4.603	1.103	3.573	1.698	1.464		-0.327	-0.081	0.937	0.657	-1.705	-1.504	-9.916	Debye Huckel
200	Afluenza	12/8/15	1.234	-1.054	-5.021	1.070	3.404	1.599	1.492		-0.069	0.935	0.658	-1.470	-1.211	-10.430	Debye Huckel	
200	Afluenza	15/01/16	1.273	-1.184	-4.953	1.108	3.476	1.675	1.608		-0.046	-0.075	0.940	0.660	-1.590	-1.361	-10.320	Debye Huckel
200	Afluenza	16/02/16	1.091	-1.251	-4.941	0.926	3.129	1.497	1.322		-0.005	1.012	0.732	-1.651	-1.426	-10.300	Debye Huckel	
200	Afluenza	16/02/16	1.091	-1.251	-4.941	0.926	3.129	1.497	1.322		-0.215	-0.005	1.012	0.732	-1.651	-1.426	-10.300	Debye Huckel
200	Afluenza	16/02/16	1.102	-1.252	-4.942	0.938	3.156	1.497	1.313		-0.030	0.998	0.720	-1.652	-1.419	-10.300	Debye Huckel	
200	Afluenza	16/02/16	1.102	-1.252	-4.942	0.938	3.156	1.497	1.313		-0.230	0.998	0.720	-1.652	-1.419	-10.300	Debye Huckel	
200	Afluenza	3/9/16	1.131	-1.294	-4.941	0.967	2.976	1.483			-0.013	0.705	0.425	-1.748	-1.469	-10.330	Debye Huckel	
200	Afluenza	5/5/16	0.386	-1.204	-4.830	0.221	1.743	0.884						-1.513	-1.381	-10.080	Debye Huckel	
200	Afluenza	23/10/16	-0.197	-1.153	-5.232												Harvie-Moller-Weare	
200	Afluenza	22/05/17	0.240	-0.942	-3.653												Harvie-Moller-Weare	
200	Afluenza	21/08/17	0.292	-1.001	-3.929												Harvie-Moller-Weare	
200	Afluenza	16/11/17	0.550	-0.797	-4.016												Harvie-Moller-Weare	
292	Afluenza	8/1/16	0.475	-1.175	-4.788	0.310	1.900	1.384						-1.074	-1.353	-10.120	Debye Huckel	
292	Afluenza	23/10/16	0.243	-1.207	-4.838	0.078	1.440	0.699						-1.559	-1.384	-10.180	Debye Huckel	
292	Afluenza	17/12/16	0.437	-1.223	-4.830	0.272	1.837	0.905						-1.562	-1.400	-10.140	Debye Huckel	
292	Afluenza	11/02/17	0.456	-1.237	-4.781	0.291	1.914	0.962						-1.548	-1.421	-10.110	Debye Huckel	
292	Afluenza	24/05/17	0.660	-1.273	-4.884	0.495	2.265	1.109						-1.631	-1.450	-10.260	Debye Huckel	
292	Afluenza	21/08/17	1.400	-1.179	-4.858	1.235	3.729	1.756						-1.631	-1.356	-10.170	Debye Huckel	
292	Afluenza	19/11/17	1.086	-1.020	-5.045	0.921	3.107	1.428						-1.487	-1.198	-10.490	Debye Huckel	
204	TZ Poco profundo	22/10/13	0.495	-0.954	-3.724												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ poco profundo	22/11/13	0.864	-0.886	-3.720												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ Poco profundo	19/12/13	0.368	-0.876	-3.900												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	17/01/14	0.450	-0.906	-3.762												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	16/02/14	0.494	-0.950	-4.035												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	19/03/14	0.275	-0.844	-3.928												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	16/04/14	0.277	-0.903	-3.850												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	18/05/14	0.280	-0.929	-3.901												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	12/06/14	0.291	-0.911	-3.873												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	19/7/14	0.303	-0.904	-3.935												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	16/08/14	0.289	-0.958	-3.905												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ poco profundo	10/11/14	0.313	-1.002	-3.970												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	11/4/14	0.388	-0.964	-4.029												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	4/12/14	0.850	-0.576	-3.840												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	9/1/15	0.360	-0.940	-4.087												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	11/02/15	0.548	-0.987	-4.019												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	3/5/15	0.564	-1.010	-3.976												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	5/5/15	1.166	-0.676	-3.660												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	6/7/15	0.621	-0.668	-3.563												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	13/07/15	0.459	-0.745	-3.566												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	8/5/15	0.686	-0.566	-3.339												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	9/2/15	0.603	-0.669	-3.625												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	10/7/15	0.839	-0.526	-3.442												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	5/11/15	1.021	-0.713	-3.573												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	12/9/15	1.187	-0.687	-3.549												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	13/01/16	0.749	-0.748	-3.496												Harvie-Moller-Weare	
204	TZ superficial	15/02/16	0.859	-0.579	-3.529													

[illegible]

36	Laguna	1/1/04	1.436	-1.004	-1.456	-1.165	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	4/1/04	1.349	-0.113	-1.487	-0.275	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	10/1/04	0.719	-1.411	-1.997	-1.599	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/1/05	1.062	-0.641	-1.455	-0.802	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	5/5/05	1.230	-0.283	-1.903	-0.466	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	5/10/05	1.688	-0.169	-1.921	-0.355	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/1/06	0.242	-0.387	-1.571	-0.555	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	4/1/06	0.543	-0.270	-1.662	-0.443	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/10/06	1.003	-0.393	-1.953	-0.580	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/1/07	0.783	-0.513	-1.826	-0.694	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	01/04/07	0.892	-0.586	-1.900	-0.770	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	7/1/07	0.981	-0.524	-2.249	-0.720	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	11/1/07	0.988	-0.424	-2.087	-0.615	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/1/08	0.982	-1.243	-1.921	-1.427	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	4/1/08	0.896	-0.469	-1.957	-0.655	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	7/1/08	1.136	-0.513	-2.210	-0.708	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/10/08	0.927	-0.558	-1.977	-0.745	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/1/09	0.537		-1.565		Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	4/1/09	0.589		-1.724		Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	7/1/09	0.801		-2.195		Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	10/1/09	1.294		-1.928		Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/1/10	0.813	-0.516	-1.745	-0.694	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	4/1/10	1.284	-0.272	-1.985	-0.460	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	10/1/10	1.040	-0.433	-2.022	-0.621	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	01/04/11	1.051	-0.191	-1.931	-0.375	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	7/1/11	0.978	-0.457	-2.328	-0.655	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/10/11	1.559	-0.214	-2.019	-0.402	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/1/12	0.921	-0.228	-1.556	-0.393	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	4/1/12	0.912	-0.588	-1.955	-0.775	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	7/1/12	0.941	-0.425	-2.286	-0.622	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/10/12	1.066	-0.398	-2.061	-0.588	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	17/05/13	0.800	-0.755	-3.218	-0.966	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	20/6/13	1.293	-0.418	-2.508	-0.620	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	7/1/13	0.975	-0.378	-2.247	-0.573	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	18/08/13	1.222	-0.609	-2.227	-0.805	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	9/3/13	1.514	-0.543	-2.066	-0.734	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	1/10/13	0.941	-0.377	-2.028	-0.566	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	12/12/13	1.921	-0.147	-1.657	-0.320	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	18/01/14	1.632	-0.241	-1.500	-0.404	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	16/02/14	2.085	-0.333	-1.490	-0.496	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	18/04/14	1.208	-0.320	-1.659	-0.493	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	17/05/14	0.990	-0.415	-1.892	-0.599	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	10/06/14	1.191	-0.418	-2.059	-0.608	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	17/07/14	1.167	-0.496	-2.137	-0.689	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	12/8/14	0.965	-0.610	-2.207	-0.805	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	9/7/14	1.319	-0.615	-2.177	-0.809	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	10/7/14	1.335	-0.445	-2.004	-0.633	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	5/11/14	1.396	-0.511	-2.039	-0.700	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	3/12/14	1.335	-0.243	-1.781	-0.421	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	6/1/15	1.419	-0.363	-1.736	-0.540	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	11/02/15	1.666	-0.362	-1.714	-0.538	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	3/4/15	1.579	-0.275	-1.577	-0.442	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	5/5/15	1.376	-0.177	-1.767	-0.355	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	3/6/15	1.414	-0.345	-2.033	-0.534	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	7/9/15	1.263	-0.359	-2.198	-0.553	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	8/5/15	1.198	-0.402	-2.170	-0.596	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	9/1/15	1.142	-0.449	-2.066	-0.640	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	10/8/15	1.341	-0.252	-1.804	-0.432	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	11/4/15	1.386	-0.227	-1.828	-0.408	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	2/12/15	1.427	-0.180	-1.605	-0.349	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	12/01/16	1.378	-0.118	-1.409	-0.274	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	17/02/16	1.422	-0.212	-1.543	-0.377	Harvie-Moller-Weare
36	Laguna	10/03/16	1.422	-0.227	-1.319	-0.377	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/98	0.880	-0.645	-3.028	-0.855	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/99	0.725	-0.978	-3.219	-1.190	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/00	0.692	-1.528	-3.193	-1.740	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/00	0.619	-1.304	-3.146	-1.516	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/00	0.669	-1.399	-2.878	-1.608	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/01	0.754	-1.244	-3.170	-1.455	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/01	0.907	-0.944	-2.690	-1.149	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/1/01	0.721	-1.112	-2.770	-1.320	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/02	0.629	-1.131	-2.950	-1.341	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/02	0.934	-0.877	-2.627	-1.082	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/1/02	1.171	-1.199	-3.007	-1.409	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/03	0.782	-1.186	-2.975	-1.396	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/03	0.907	-1.158	-2.951	-1.367	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/03	1.020	-1.042	-2.811	-1.250	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/1/03	0.674	-1.344	-2.846	-1.552	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/04	0.776	-0.874	-3.094	-1.085	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/04	0.856	-0.679	-3.071	-0.890	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/04	0.444	-0.574	-2.243	-0.769	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/1/04	0.410	-0.929	-3.135	-1.140	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/05	0.607	-0.874	-3.026	-1.084	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	5/5/05	0.386	-1.027	-3.074	-1.237	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/5/05	0.876	-0.655	-3.140	-0.866	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	5/10/05	1.239	-0.350	-3.145	-0.561	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/06	0.355	-0.982	-3.110	-1.192	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/06	0.632	-0.797	-3.215	-1.009	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/06	0.739	-0.621	-3.161	-0.832	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/10/06	0.777	-0.757	-3.132	-0.968	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/07	0.808	-0.675	-3.207	-0.886	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	01/04/07	0.666	-0.736	-3.001	-0.946	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/07	0.802	-0.539	-3.045	-0.749	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	11/1/07	0.688	-0.845	-3.187	-1.057	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/08	0.938	-0.637	-3.341	-0.849	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/08	0.720	-0.767	-3.186	-0.978	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/08	0.867	-0.484	-2.838	-0.692	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/10/08	0.483	-0.819	-3.283	-1.031	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/09	0.824	-1.455	-3.177	-1.667	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/09	0.914	-1.417	-3.214	-1.629	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/1/09	0.794	-1.534	-3.336	-1.747	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/10	0.597	-0.807	-3.273	-1.019	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/10	0.967	-0.633	-3.098	-0.844	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/1/10	0.776	-0.774	-3.313	-0.986	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/11	0.809	-0.612	-2.842	-0.820	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/10/11	0.773	-0.680	-3.251	-0.892	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/12	0.477	-0.829	-3.215	-1.041	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/12	0.786	-0.641	-2.780	-0.847	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	7/1/12	0.769	-0.342	-2.936	-0.551	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/10/12	0.861	-0.761	-3.433	-0.974	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/1/13	0.667	-0.926	-3.210	-1.138	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	14/02/13	0.825	-0.718	-3.177	-0.929	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	4/1/13	1.163	-0.609	-3.199	-0.821	Harvie-Moller-Weare



37	Laguna	21/04/13	0.946	-0.819	-3.095	-1.029	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	25/7/13	0.703	-0.680	-2.865	-0.888	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	14/08/13	0.692	-0.696	-2.845	-0.904	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	9/3/13	0.866	-0.778	-2.937	-0.987	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	1/10/13	0.742	-0.747	-3.263	-0.959	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	16/10/13	0.796	-0.837	-3.193	-1.048	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	23/11/13	1.220	-0.879	-3.182	-1.091	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	17/12/13	1.151	-0.872	-3.176	-1.083	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	18/01/14	0.974	-0.765	-3.136	-0.976	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	16/02/14	1.318	-0.931	-3.192	-1.142	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	18/04/14	0.650	-0.855	-3.152	-1.066	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	17/05/14	0.348	-0.834	-3.138	-1.046	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/06/14	0.802	-0.738	-3.073	-0.948	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	17/07/14	0.677	-0.684	-3.020	-0.893	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/7/14	0.869	-0.842	-3.322	-1.055	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	5/11/14	0.804	-0.865	-3.349	-1.077	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	3/12/14	0.832	-0.891	-3.256	-1.103	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	6/1/15	0.739	-0.823	-3.056	-1.034	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	11/02/15	1.008	-0.894	-3.139	-1.105	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	3/4/15	0.909	-0.865	-3.245	-1.077	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	5/5/15	1.075	-0.440	-2.586	-0.643	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	3/6/15	1.070	-0.631	-2.754	-0.838	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	13/07/15	0.825	-0.565	-2.893	-0.774	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	8/5/15	0.820	-0.632	-2.823	-0.840	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	9/1/15	0.689	-0.805	-2.969	-1.015	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/8/15	0.827	-0.650	-2.959	-0.859	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	11/4/15	0.836	-0.755	-3.118	-0.966	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	2/12/15	0.981	-0.792	-3.092	-1.002	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	12/01/16	0.813	-0.726	-3.097	-0.936	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	17/02/16	1.180	-0.103	-2.161	-0.296	Harvie-Moller-Weare
37	Laguna	10/03/16	0.900	-0.667	-3.075	-0.877	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	22/03/13	0.093	-0.074	-0.403	-0.099	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	12/06/13	0.614	0.019	-0.169	0.042	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	20/7/13	0.385	-0.060	-0.003	-0.011	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	17/08/13	1.475	-0.172	0.040	-0.113	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	9/6/13	0.691	0.001	0.151	0.082	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	17/10/13	0.640	-0.097	0.030	-0.044	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	21/11/13	1.139	-0.129	0.112	-0.056	Harvie-Moller-Weare
28	Núcleo	10/12/13	1.350	-0.034	-0.082	-0.018	Harvie-Moller-Weare
203	Núcleo	9/6/13	0.672	-0.113	-0.156	-0.115	Harvie-Moller-Weare
112	cleus marg	19/02/13	0.716	-0.072	-0.050	-0.048	Harvie-Moller-Weare
113	cleus marg	19/02/13	0.765	-0.067	-0.049	-0.039	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	20/7/13	0.960	-0.072	-0.025	-0.041	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	18/8/13	1.197	-0.065	-0.067	-0.042	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	9/6/13	1.157	-0.022	0.191	0.059	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	18/10/13	1.176	-0.004	0.051	0.047	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	20/11/13	1.957	-0.123	0.140	-0.053	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	12/11/13	1.658	-0.177	0.074	-0.120	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	17/01/14	0.989	-0.027	0.110	0.037	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	14/02/14	1.561	-0.189	0.080	-0.130	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	25/03/14	1.011	0.208	-0.134	0.220	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	20/04/14	0.976	0.072	-0.011	0.118	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	5/15/14	0.891	0.010	-0.105	0.033	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	12/06/14	0.827	-0.103	-0.068	-0.077	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	7/16/14	0.998	0.005	-0.008	0.048	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	2/12/14	0.872	-0.069	-0.199	-0.069	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	11/01/15	0.907	0.069	-0.198	0.071	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	13/02/15	1.142	-0.029	-0.239	-0.035	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	3/3/15	1.116	0.034	-0.061	0.061	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	4/11/15	1.275	0.106	-0.036	0.143	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	5/7/15	1.051	-0.076	-0.238	-0.085	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	6/10/15	0.986	-0.016	-0.304	-0.035	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	7/10/15	1.177	0.105	-0.330	0.085	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	8/10/15	0.718	-0.107	-0.285	-0.123	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	9/3/15	0.758	-0.195	-0.389	-0.226	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	10/11/15	0.809	-0.170	-0.315	-0.190	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	7/11/15	0.913	0.062	-0.016	0.105	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	3/12/15	1.042	0.085	-0.079	0.111	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	20/01/16	1.100	0.164	-0.092	0.189	Harvie-Moller-Weare
202	cleus marg	2/10/16	1.018	0.302	0.059	0.362	Harvie-Moller-Weare
202	cleus Marg	11/03/16	0.907	-0.071	-0.176	-0.063	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	25/10/13	0.140	-1.074	-1.833	-1.246	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	29/11/13	0.260	-0.312	-0.259	-0.326	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	21/05/16	-0.606	-0.234	-0.392	-0.271	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	30/7/16	-0.369	-0.318	-0.246	-0.323	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	24/10/16	-0.330	-0.028	-0.249	-0.032	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	17/12/16	-0.544	-0.112	-0.304	-0.132	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	10/02/17	0.541	-0.105	-0.287	-0.118	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	24/05/17	-0.139	-0.014	-0.172	-0.004	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	21/08/17	-0.135	0.138	-0.066	0.171	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	17/11/17	-0.348	-0.123	-0.317	-0.143	Harvie-Moller-Weare
198	TZ profundo	17/11/17	-0.406	-0.106	-0.312	-0.125	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	30/11/13	0.106	-0.144	-0.547	-0.206	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	17/12/13	0.682	-0.090	-0.348	-0.108	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	14/01/14	-0.051	-0.116	-0.191	-0.119	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	19/02/14	0.654	-0.069	-0.126	-0.050	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	18/03/14	-0.237	-0.284	-0.268	-0.298	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	14/06/14	-0.503	-0.439	-0.871	-0.544	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	16/07/14	-0.015	-0.457	-1.136	-0.590	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	9/8/14	-0.114	-0.068	-0.246	-0.071	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	10/13/14	-0.028	-0.538	-0.184	-0.531	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	11/12/14	-0.021	-0.237	-0.670	-0.313	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	12/6/14	-0.252	-0.507	-0.928	-0.619	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	13/01/15	-0.052	-0.225	-0.664	-0.302	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	18/02/15	0.343	-0.373	-0.982	-0.491	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	11/03/15	0.399	-0.516	-0.831	-0.616	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	11/04/15	-0.095	-0.437	-1.117	-0.569	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	5/9/15	0.591	-0.488	-1.128	-0.621	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	10/06/15	-0.001	-0.313	-1.194	-0.454	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	14/7/15	0.090	-0.372	-1.134	-0.502	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	12/8/15	-0.287	-0.169	-0.689	-0.249	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	9/10/15	-0.293	-0.280	-0.465	-0.325	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	10/6/15	0.128	0.065	-0.477	0.020	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	11/10/15	0.086	-0.381	-0.473	-0.428	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	7/12/15	0.219	-0.200	-0.537	-0.258	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	20/01/16	0.139	-0.157	-0.713	-0.240	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	3/9/16	0.049	-0.151	-0.467	-0.197	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	21/05/16	-0.231	0.097	-0.296	0.085	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	24/10/16	-0.368	-0.143	-0.511	-0.195	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	17/12/16	-0.505	-0.211	-0.407	-0.253	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	10/02/17	0.916	-0.968	-2.114	-1.160	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	24/05/17	1.383	0.016	-0.419	-0.021	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	24/05/17	-0.268	-0.072	-0.359	-0.098	Harvie-Moller-Weare

199	TZ profundo	21/08/17	-0.089	-0.056	-0.354	-0.082	Harvie-Moller-Weare
199	TZ profundo	19/11/17	-0.309	-0.279	-0.829	-0.378	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	30/11/13	-0.096	-0.013	0.033	0.033	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	17/12/13	0.593	-0.163	-0.124	-0.150	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	14/01/14	-0.373	-0.143	-0.009	-0.106	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	18/03/14	-0.917	-0.609	-0.272	-0.620	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	19/04/14	-0.601	-0.300	-0.261	-0.314	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	14/05/14	-0.403	-0.084	-0.173	-0.077	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	15/06/14	-0.470	-0.178	-0.343	-0.204	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	21/07/14	-0.684	-0.086	-0.242	-0.093	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	10/13/14	-0.756	-0.071	-0.280	-0.084	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	11/12/14	-0.722	-0.290	-0.323	-0.307	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	5/12/14	-0.677	-0.082	-0.225	-0.084	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	14/01/15	-0.633	0.105	-0.286	0.094	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	18/02/15	-0.150	0.089	0.127	0.161	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	11/03/15	-0.392	-0.136	-0.280	-0.148	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	11/04/15	-0.344	0.145	-0.129	0.163	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	5/9/15	-0.288	0.041	-0.136	0.056	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	6/9/15	-0.662	0.039	-0.356	0.012	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	14/7/15	-0.294	0.076	-0.299	0.061	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	8/11/15	-0.591	0.104	-0.191	0.109	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	9/10/15	-0.611	-0.230	-0.444	-0.271	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	10/12/15	-0.576	-0.046	-0.216	-0.047	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	11/10/15	-0.384	-0.105	-0.095	-0.080	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	12/8/15	-0.132	-0.101	-0.174	-0.095	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	14/01/16	0.145	-0.416	-0.782	-0.511	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	16/02/16	-0.129	0.194	-0.088	0.221	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	3/9/16	-0.330	-0.229	-0.185	-0.225	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	5/5/16	-0.686	0.029	-0.250	0.022	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	23/10/16	-0.743	-0.011	-0.226	-0.012	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	17/12/16	-0.785	-0.114	-0.168	-0.113	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	11/02/17	-0.307	0.104	-0.096	0.128	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	22/05/17	-0.539	-0.085	-0.114	-0.067	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	21/08/17	-0.349	0.075	-0.059	0.107	Harvie-Moller-Weare
200	TZ profundo	19/11/17	-0.518	0.103	-0.294	0.087	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	25/10/13	0.245	-0.710	-0.994	-0.832	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	30/11/13	-0.089	-0.269	-0.934	-0.380	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	18/12/13	1.108	-0.221	-0.290	-0.242	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	17/01/14	0.197	-0.146	-0.302	-0.169	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	16/02/14	1.023	-0.227	-0.633	-0.304	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	18/05/14	-0.126	0.035	-0.093	0.058	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	12/06/14	0.111	0.072	-0.084	0.097	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	19/7/14	-0.199	-0.093	-0.291	-0.110	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	15/08/14	-0.074	-0.134	-0.221	-0.139	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	9/8/14	-0.011	-0.079	-0.329	-0.102	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	10/13/14	-0.178	-0.073	-0.318	-0.094	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	11/12/14	0.019	0.071	-0.356	0.044	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	4/12/14	-0.164	0.144	-0.219	0.142	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	12/01/15	-0.190	-0.008	-0.262	-0.018	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	16/02/15	0.289	0.051	-0.238	0.043	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	12/03/15	0.339	0.082	-0.220	0.081	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	6/9/15	0.085	0.072	-0.343	0.045	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	14/7/15	0.207	-0.006	-0.417	-0.047	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	12/8/15	-0.101	0.066	-0.224	0.062	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	9/9/15	-0.030	-0.212	-0.661	-0.288	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	10/7/15	0.126	0.051	-0.511	-0.005	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	9/11/15	0.244	-0.107	-0.441	-0.151	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	12/9/15	0.572	-0.070	-0.303	-0.090	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	13/01/16	0.154	-0.096	-0.175	-0.091	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	16/02/16	0.177	0.129	-0.253	0.120	Harvie-Moller-Weare
204	TZ profundo	10/03/16	0.328	-0.038	-0.310	-0.060	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	25/10/13	0.620	-0.808	-2.347	-1.007	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	30/11/13	0.215	-0.648	-1.295	-0.797	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	18/12/13	0.962	-0.518	-0.986	-0.632	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	16/01/14	0.148	-0.091	0.099	-0.035	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	17/02/14	0.885	-0.143	0.067	-0.087	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	23/03/14	0.061	0.054	-0.165	0.057	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	18/05/14	-0.042	0.072	-0.003	0.113	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	12/06/14	-0.076	-0.068	-0.150	-0.057	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	17/07/14	0.261	-0.135	-0.284	-0.152	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	15/08/14	-0.012	-0.061	-0.139	-0.049	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	11/11/14	0.102	-0.066	-0.307	-0.084	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	4/12/14	0.067	0.063	-0.167	0.071	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	12/01/15	0.371	0.141	-0.158	0.152	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	16/02/15	0.432	0.031	-0.195	0.032	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	11/03/15	0.439	0.066	-0.198	0.072	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	13/05/15	0.385	0.004	-0.153	0.013	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	6/9/15	0.049	0.000	-0.393	-0.035	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	14/7/15	0.270	-0.074	-0.484	-0.124	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	12/8/15	-0.073	0.000	-0.192	0.001	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	9/9/15	-0.016	-0.271	-0.681	-0.350	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	10/7/15	0.347	0.065	-0.382	0.031	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	9/11/15	0.469	0.340	-0.086	0.366	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	12/9/15	0.510	0.226	-0.024	0.264	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	13/01/16	0.086	-0.335	-0.594	-0.406	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	15/02/16	0.022	-0.004	-0.268	-0.016	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	10/03/16	0.387	-0.514	-0.531	-0.574	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	18/05/16	-0.168	0.040	-0.197	0.041	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	11/10/16	-0.274	0.004	-0.116	0.022	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	16/12/16	-0.420	-0.141	-0.169	-0.141	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	10/02/17	0.832	-0.222	-0.378	-0.256	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	22/05/17	0.093	-0.062	-0.081	-0.038	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	22/08/17	0.051	-0.020	0.057	0.035	Harvie-Moller-Weare
205	TZ profundo	18/11/17	-0.116	-0.249	-0.297	-0.270	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	25/10/13	0.813	-0.704	-1.747	-0.880	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	30/11/13	0.427	-0.571	-0.662	-0.651	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	18/12/13	0.908	-0.213	-0.149	-0.205	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	16/01/14	0.323	-0.145	-0.414	-0.189	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	17/02/14	0.998	-0.162	-0.571	-0.231	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	19/03/14	0.124	0.041	-0.190	0.039	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	18/05/14	0.258	0.327	-0.173	0.337	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	12/06/14	0.237	-0.060	-0.640	-0.137	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	17/07/14	0.420	-0.988	-2.948	-1.197	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	15/08/14	0.045	-0.096	-0.119	-0.079	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	15/10/14	0.146	0.074	-0.177	0.081	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	11/11/14	0.236	-0.017	-0.750	-0.108	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	12/01/15	0.273	-0.151	-1.215	-0.293	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	16/02/15	0.707	-0.079	-0.810	-0.180	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	11/03/15	0.450	-0.217	-1.227	-0.360	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	13/05/15	0.862	-0.012	-0.965	-0.130	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	6/9/15	0.279	0.000	-1.120	-0.133	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	15/7/15	0.318	-0.223	-1.281	-0.371	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	12/8/15	0.189	-0.370	-1.771	-0.549	Harvie-Moller-Weare

206	TZ profundo	9/9/15	0.161	-0.767	-1.994	-0.955	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	10/7/15	0.447	0.135	-0.670	0.055	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	9/11/15	0.236	-0.505	-0.381	-0.541	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	12/9/15	0.535	0.064	-0.076	0.091	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	13/01/16	0.339	0.039	-0.099	0.061	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	16/02/16	0.392	0.125	-0.050	0.158	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	3/9/16	0.390	0.042	-0.479	-0.008	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	19/05/16	-0.093	0.093	-0.273	0.079	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	10/10/16	-0.066	0.007	-0.625	-0.067	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	16/12/16	-0.250	0.067	-0.756	-0.028	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	10/02/17	0.585	-1.109	-2.873	-1.318	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	22/05/17	0.106	-0.164	-0.869	-0.272	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	22/08/17	0.233	-0.037	-0.592	-0.108	Harvie-Moller-Weare
206	TZ profundo	18/11/17	0.145	0.049	-0.070	0.076	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	24/10/13	0.370	-0.427	-0.206	-0.427	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	15/12/13	1.258	-0.165	-0.196	-0.150	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	15/01/14	0.743	-0.135	-0.024	-0.096	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	15/02/14	1.117	-0.123	0.003	-0.076	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	21/03/14	0.037	-0.242	-0.020	-0.204	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	23/04/14	0.430	-0.047	-0.086	-0.016	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	20/05/14	0.357	0.032	-0.006	0.080	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	18/06/14	0.372	0.035	-0.069	0.069	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	23/07/14	0.339	-0.055	-0.082	-0.026	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	10/9/14	0.349	-0.252	-0.255	-0.257	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	11/8/14	0.363	-0.123	-0.304	-0.136	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	12/6/14	0.234	-0.168	-0.225	-0.168	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	11/01/15	0.469	0.077	-0.173	0.092	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	16/02/15	0.736	-0.028	-0.217	-0.024	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	3/7/15	0.666	-0.030	-0.218	-0.026	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	13/04/15	0.517	0.083	-0.066	0.119	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	10/05/15	0.667	0.008	-0.151	0.025	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	6/4/15	0.656	-0.079	-0.052	-0.039	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	7/9/15	0.335	-0.155	-0.529	-0.210	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	8/8/15	0.375	0.116	-0.152	0.134	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	9/7/15	0.289	-0.177	-0.407	-0.208	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	10/10/15	0.774	-0.161	-0.419	-0.200	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	11/7/15	0.815	-0.116	-0.033	-0.077	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	12/6/15	0.603	-0.010	-0.071	0.023	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	16/01/16	0.852	0.070	-0.122	0.087	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	14/02/16	0.285	-0.199	-0.262	-0.207	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	5/7/16	0.214	-0.008	-0.250	-0.013	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	10/7/16	0.277	0.071	0.001	0.122	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	10/9/16	0.074	0.032	-0.153	0.053	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	20/12/16	0.211	0.003	-0.019	0.045	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	2/9/17	1.031	-0.067	-0.150	-0.051	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	23/05/17	0.191	-0.061	-0.407	-0.090	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	23/05/17	0.831	0.076	0.162	0.163	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	24/08/17	0.804	0.401	-0.027	0.444	Harvie-Moller-Weare
209	TZ profundo	15/11/17	0.414	-0.020	-0.285	-0.031	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	24/10/13	0.436	-0.415	-0.082	-0.399	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	29/11/13	0.998	-0.052	-0.018	-0.017	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	14/12/13	1.762	-0.065	-0.193	-0.066	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	15/01/14	1.212	0.168	-0.321	0.145	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	15/02/14	1.532	-0.032	-0.143	-0.020	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	23/04/14	0.823	0.011	-0.235	0.008	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	20/05/14	0.487	-0.061	-0.225	-0.065	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	18/06/14	0.743	0.106	-0.093	0.131	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	23/07/14	0.562	-0.038	-0.335	-0.062	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	10/9/14	0.695	-0.240	-0.335	-0.264	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	11/8/14	0.705	-0.097	-0.351	-0.124	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	11/01/15	0.846	0.212	-0.169	0.222	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	16/02/15	1.018	-0.019	-0.277	-0.033	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	3/7/15	0.876	-0.029	-0.179	-0.023	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	14/04/15	0.874	0.092	-0.223	0.090	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	10/05/15	0.898	0.023	-0.294	0.007	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	6/4/15	1.020	0.112	-0.183	0.118	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	7/9/15	0.654	-0.137	-0.638	-0.212	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	8/8/15	0.586	0.049	-0.289	0.033	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	9/7/15	0.364	-0.352	-0.543	-0.412	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	10/10/15	0.514	-0.150	-0.539	-0.210	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	11/7/15	1.588	0.078	-0.383	0.047	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	12/6/15	0.782	0.039	-0.182	0.044	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	16/01/16	0.896	0.060	-0.379	0.029	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	14/02/16	0.866	0.163	-0.143	0.177	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	5/7/16	0.533	0.069	-0.340	0.046	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	10/7/16	0.526	0.086	-0.257	0.078	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	10/9/16	0.417	0.130	-0.209	0.131	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	19/12/16	0.265	-0.159	-0.203	-0.165	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	2/9/17	1.240	-0.070	-0.238	-0.076	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	23/05/17	0.599	0.063	-0.059	0.093	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	24/08/17	0.780	0.104	-0.223	0.102	Harvie-Moller-Weare
210	TZ profundo	15/11/17	0.484	-0.220	-0.552	-0.282	Harvie-Moller-Weare
150	Margen TZ	2/12/13	1.391	-0.097	-0.245	-0.114	Harvie-Moller-Weare
150	Margen TZ	22/05/13	1.263	-0.084	0.095	-0.028	Harvie-Moller-Weare
150	Margen TZ	11/06/13	1.294	-0.073	-0.189	-0.078	Harvie-Moller-Weare
150	Margen TZ	18/08/13	1.478	-0.138	-0.130	-0.131	Harvie-Moller-Weare
150	Margen TZ	5/9/13	1.284	-0.064	0.123	-0.003	Harvie-Moller-Weare
150	Margen TZ	17/10/13	1.496	-0.092	0.010	-0.057	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	17/10/13	0.903	-0.050	-0.153	-0.041	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	27/11/13	1.058	-0.046	-0.004	-0.010	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	12/11/13	1.548	-0.257	-0.062	-0.219	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	17/01/14	1.008	0.078	0.044	0.132	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	12/02/14	0.472	-0.086	-0.138	-0.070	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	17/04/14	0.838	0.004	-0.149	0.013	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	12/06/14	0.864	0.010	0.037	0.054	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	17/08/14	0.775	0.035	-0.081	0.060	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	10/8/14	0.808	-0.480	-0.183	-0.475	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	7/11/14	0.828	-0.061	-0.228	-0.064	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	5/12/14	0.170	-0.558	-1.455	-0.717	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	7/1/15	0.858	0.030	0.107	0.097	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	12/02/15	1.082	-0.045	-0.206	-0.044	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	3/3/15	1.037	0.002	-0.070	0.031	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	11/04/15	0.723	-0.042	-0.291	-0.055	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	6/5/15	0.825	0.028	-0.129	0.046	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	6/7/15	0.646	-0.165	-0.357	-0.192	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	7/12/15	0.994	0.147	-0.255	0.139	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	8/6/15	0.710	-0.139	-0.231	-0.144	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	9/3/15	0.489	-0.223	-0.449	-0.266	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	11/10/15	0.772	-0.056	-0.104	-0.033	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	11/11/15	0.949	-0.105	-0.015	-0.066	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	5/12/15	1.072	0.081	0.033	0.128	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	18/01/16	0.854	0.018	-0.195	0.017	Harvie-Moller-Weare
214	Margen TZ	10/02/16	0.989	0.115	-0.012	0.156	Harvie-Moller-Weare

214	Margen TZ	11/03/16	0.944	0.081	-0.071	0.107	Harvie-Moller-Weare
245	Margen TZ	24/10/13	1.155	-0.181	-1.870	-0.364	Harvie-Moller-Weare

---