

desatadas. Particularmente la imagen de un chorro de vapor fluyendo descontroladamente fruto de una exploración geotérmica. A la luz de los registros del conflicto, la presencia visual del chorro provocado por este pozo transformó la invisibilidad del agua subterránea, produciendo una nueva forma de abandono de las promesas de la energía geotérmica en el Tatio.

3.1 Restos geotérmicos y las trayectorias del agua

El Tatio es un ícono del turismo nacional principalmente por el espectáculo del vapor emanando de los géiseres a tempranas horas de la mañana. Turistas desde diferentes partes del mundo visitan este lugar, lo que se encuentra asociado al desarrollo turístico de la ciudad de San Pedro de Atacama. Se trata del sitio de géiseres más grande del Cono Sur y el de mayor altura en el mundo. A su vez, este lugar se encuentra dentro de territorios atacameño y en la actualidad es administrado por las comunidades de Toconce y Gaspana.

La forma en la que el público visitante interactúa con este lugar es en general por medio de tomar fotografías del espectáculo del vapor emanando de los géiseres. El plan ofrecido por las empresas de turismo consiste en despertarse a las 4:30 de la madrugada. Las empresas pasan a buscar en buses a personas de todo el mundo que vienen a observar el fenómeno de los géiseres. Desde la ciudad, se va subiendo hasta llegar al sitio donde se encuentran los géiseres y permitiendo a los visitantes tener un tiempo para observar la emanación de vapores a la luz de las primeras horas del día. Luego de sacar fotografías, tomar desayuno y caminar, los buses deben comenzar el descenso, ofreciendo otros destinos de visita posibles.

Al ascender a este sitio mi interés es diferente. Me interesa retratar los restos geotérmicos con la luz de la tarde y continuar investigando la historia de estas exploraciones subterráneas. Esta es una de las fotografías (figura 18) que tomé al encontrarme con uno de los pozos en el Tatio. Me hace recordar las palabras de Miguel: “Están todavía esos pozos. El pozo más profundo fue de 1937 metros. Todavía me acuerdo” (entrevista, Toconce, 13 de marzo 2019). El relato de Miguel nos sugiere que este pequeño cilindro oxidado en el paisaje es la cara visible de un pozo profundo. Sin embargo, en la imagen aparece también el trazado de otra trayectoria. El cono de un géiser. Esto no sólo se aprecia en la imagen. Al momento de tomar esta fotografía escucho el sonido del agua en su interior. Si el aspecto visual del pozo sugiere el abandono de su función, siendo una ruina de una exploración, el sonido afirma la presencia de aguas subterrá-

nea que puede aparecer. Hay que tener cuidado y no acercarse a estos géiseres, ya que la explosión de agua puede ocurrir en cualquier momento. La presencia del cono y el sonido es una advertencia.



Figura 18: Resto visible de un pozo de exploración. En la imagen también se puede ver un pequeño cono producido por la presencia del géiser en el Tatio; Elaboración propia (2019).

La figura 19 es un registro de un géiser en erupción. Este lugar es un valle atravesado por géiseres que descargan chorros de agua caliente. Esto provoca una atmósfera de vapor y sulfuro, irrumpiendo las trayectorias del agua termal del subsuelo en la superficie. Las erupciones de los géiseres provocan conos fruto de la precipitación de minerales. Esta imagen expresa la culminación del proceso de ascensión del vapor. El vapor en las primeras horas de la

mañana, cuando la temperatura del lugar es baja, forma grandes columnas que atraen visitantes de todo el mundo. Se pueden ver las huellas de los zapatos en la superficie del lugar. Pero a estas horas de la tarde ya estos grupos se han ido. La experiencia de estar aquí no es solamente visual. Se trata de un fenómeno sonoro, ya que se escucha el agua hervir. Son múltiples las manifestaciones en este lugar. Por los orificios de los géiseres, aparentemente apagados, se pueden escuchar sonidos y la acción del agua. Al igual que lo señalado en los registros de las exploraciones descritas en el capítulo 2 es *un fenómeno intermitente*, pero ahora me toca experimentarlo de manera directa. El agua no hierve o hace erupción de manera constante. Sus erupciones y los sonidos varían. Al caminar por el lugar van cambiando y sorprendiendo al visitante.



Figura 19: Géiser en erupción. Tatio; Elaboración propia (2019).

Volviendo a la imagen del pozo, los conos de los géiseres (figura 18) se producen fruto de un proceso de precipitación material, haciendo visible las trayectorias temporales y espaciales del agua. Trato de tomar una de las rocas que forman los conos y se deshace. Son rocas que se desintegran en diferentes colores.

Francisca, geóloga e investigadora del CEGA, hace años trabaja estudiando el Tatio, realizando muestras de agua de las erupciones de los géiseres. Conver-

sando con ella en el Departamento de Geología de la Universidad de Chile, me ayuda a intentar entender el viaje que realiza el agua hasta hervir en la superficie presente en la foto.

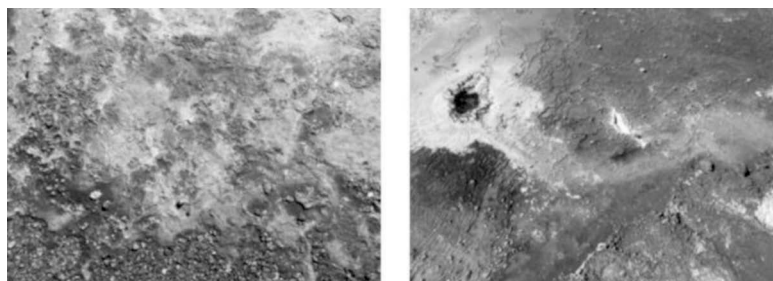


Figura 20: Fotografía de los géiseres y sus procesos de precipitación mineral; Elaboración propia (2019).

Siguiendo con Francisca los recorridos del subsuelo, me enseña que el agua viene: “De un acuífero que está como a 600 metros, bajo el nivel del suelo. Esa agua está a 300 grados” (entrevista, Santiago, 20 de mayo 2019). Pero también la historia temporal “El agua tiene mas o menos 20 mil años. ¿Y cómo se forma un sistema así? Es porque generalmente, hay un sistema magmático abajo, digamos lava o magma en la parte interna de la tierra y hay agua que circula alrededor, que generalmente es agua de lluvia y se calienta. Al calentarse sale por fracturas y se generan estas termas” (Francisca, entrevista, Santiago, 20 de mayo 2019). El origen inicial es agua que viene desde el Océano, se transforma en nieve y luego se infiltra en las napas subterráneas. Este es un proceso que toma tiempo y puede demorarse miles de años. “El agua abajo el Tatio está en contacto con la roca y como está tan caliente empieza a disolver la roca, pero después sale. En el reservorio, (el agua) está bajo una cierta presión, y a una cierta temperatura. Generalmente, a una temperatura de más de 200 grados” (Francisca, entrevista, Santiago, 20 de mayo 2019).

Junto a Francisca aprendo que la intermitencia del fenómeno y sus variaciones siguen siendo una incógnita hasta el día de hoy. ¿Qué es lo que ocurre durante el ascenso hacia la superficie, desde el reservorio caliente de agua en contacto con el magma, que provoca que el fenómeno sea intermitente? Los géiseres al presentar procesos de erupción, para una investigadora como Fran-

cisca significan un laboratorio natural para estudiar procesos eruptivos de volcanes, ya que se comportan de manera similar. Son esporádicos con un comportamiento caótico variable, pero con una recurrencia en el tiempo que ella busca monitorear.

Esta intermitencia se relaciona a lo que Francisca denomina *la trampa de las burbujas*. Para ella es un proceso que ocurre “Antes que venga la erupción. Viene como un montón de burbujas calientes, y eso calienta todo el conducto y se genera la erupción. Entonces ese proceso, de que sale ese chorro caliente, es esporádico. Entonces, ¿Qué geometría, tiene que haber? (...) hay construcciones geométricas que hacen que se genere esta variabilidad. Entonces, el hecho de que, por ejemplo, esta trampa de burbujas, este, no sé, más cerca de la superficie, que sea más grande, que sea más chica. Eso es lo que les da la variabilidad a los distintos tipos de géiseres” (Francisca, entrevista, Santiago, 20 de mayo 2019). Con sus explicaciones voy aprendiendo que se trata de una geometría y cavidades interiores, conductos que explican el ascenso del agua y vapor en diferentes momentos. Para la científica, se trata de un fenómeno especial, ya que los géiseres son una anomalía. Me cuenta que hay una configuración especial en las propiedades de las rocas o el subsuelo para que este fenómeno se genere y que no sea sólo una terma.

La explicación de Francisca sobre la erupción de los géiseres tiene que ver con que el agua al ascender experimenta un cambio de fase: “El agua en los géiseres está cerca del punto de ebullición. Entonces, tu le agregas un poquito más de calor y va a hacer erupción. Y va a hervir. Va a hervir instantáneamente. Entonces, al empezar a hervir, y salir el agua, se empieza a despresurizar y la columna de agua comienza a bajar en la medida que empieza a ser erupción hasta que queda vacía. En el fondo. Por eso tú necesitas, ese input de calor que genera; que es el poquito de combustible que va a generar que toda la columna hierva” (entrevista, Santiago, 20 de mayo 2019).

El agua intermitentemente realiza erupciones, pero el rastro va quedando es la silueta del cono del géiser. Conos que puede ser entendidos como trazados geológicos dejados por el proceso de ascensión del agua caliente en el tiempo. Francisca, explicándome el proceso de formación de los conos, me cuenta que primero el agua caliente en el reservorio comienza a disolver la roca. Entonces al subir a la superficie el agua contiene el material disuelto, enfrentando una transformación de su temperatura. Frente a estos cambios, los minerales ya no son estables en esa solución y se vuelven sólidos. En el proceso de pasar a ser sólidos, precipitan en la parte exterior y generan estos conos. Su forma cónica sugiere el movimiento del agua que viene desde el interior, como queda

expresado en la imagen (figura 19). Sin embargo, no se trata de trazados que solamente reflejan un pasado geológico. Al observar la actividad de los géiseres, noto que se trata de un proceso de erupción continuamente activo. Al prestarle atención a las rocas, su precipitación es parte de la vida de este lugar.³

3.2 Pozos (in)visibles: Las políticas del agua subterránea

Continuando con los restos de las exploraciones, uno de estos pozos tuvo un rol activo en un evento determinante para los futuros de la energía geotérmica en Chile. Durante la primera década del siglo XXI, bajo el denominado *boom* geotérmico, el Estado entregó concesiones de exploración a lo largo de la cordillera de los Andes chilenos, incentivado por la necesidad de explorar fuentes alternativas para descarbonizar la matriz energética. Esto coincidió con la puesta en marcha de la Ley geotérmica, activando el interés por aprovechar la energía del subsuelo. El año 2009 la empresa Geotérmica del Norte S.A., apoyada por la empresa italiana ENEL, explorando el subsuelo del Tatio, realizó una perforación que provocó el estallido de una columna de vapor, cuya descarga duró veintisiete días, alcanzando los sesenta metros de altura (Vargas Payera, 2018).

La erupción de la fumarola fue seguida de fuertes ruidos subterráneos y la disminución de algunos de los géiseres del campo. El evento hizo presente dimensiones (literalmente) más profundas en este sitio: pozos abandonados en el subsuelo. Esto lo confirma Alfredo Lahsen, geólogo encargado del programa de exploración de la CORFO y PNUD entre 1968 y 1976, bajo las cuales se realizó este pozo. Volviendo a la conversación con él en el departamento de geología de la Universidad de Chile, le muestro las fotografías de las máquinas y pozos

3 Cabe señalar que el origen de la vida podría haber estado en zonas termales con estas condiciones. La presencia de microorganismo *extremófilos* en los géiseres ha sido considerada como evidencia para estudios sobre el origen de la vida, debido a su resistencia a la temperatura y la capacidad para lograr vivir en condiciones extremas (Para saber más sobre el estudio de vida microbiana ver Dorador et al. 2009). Pero tal como plantea Weinberg, González & Bonelli (2020), mientras para los microbiólogos el agua ofrece las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida, para las comunidades atacameñas el agua es vida en sí misma. Su protección ha sido uno de los argumentos utilizados para defensa de la vida de la zona en la actualidad por activistas contra la sobreexplotación de acuíferos de parte de las empresas de litio (Weinberg, González & Bonelli, 2020). En este caso la evidencia científica ha ayudado a resistir y cuestionar los imaginarios geográficos del Desierto Atacama como un espacio sin vida.