CRISTALIZAR EL VACÍO: ENTRE VIDA MINERAL, TECNOLOGÍAS Y ECOLOGÍAS MÁS-QUE-HUMANAS

Angel Salazar

Check for updates

Angel Salazar, artista medial, docente e investigador. Coordinador académico de la Maestría en Artes Electrónicas UNTREF, Argentina. Su trabajo ha estado en espacios y festivales como Ars Electronica, La Box Gallery, Fundación Andreani y Casa Nacional del Bicentenario. Correo electrónico: avsalazarcruz@gmail.com

Resumen
A partir de una investigación artística en torno al «triángulo de litio», este texto reflexiona sobre las relaciones entre vida mineral, tecnología y pensamiento ecológico. Se centra en el proceso de búsqueda, experimentación y toma de decisiones que dio forma a la obra, articulando prácticas materiales, exploraciones tecnológicas y especulación crítica para pensar cómo los minerales pueden activar otras lecturas sobre las tecnologías contemporáneas y sus modos de producción.

Palabras clave
arte y tecnología, agencias materiales, inteligencia artificial, pensamiento ecológico, más-que-humano.

Crystallizing the Void: Between Mineral Life, Technologies, and More-than-Human Ecologies

Abstract
Based on artistic research around the Lithium Triangle, this text reflects on the relationships between mineral life, technology, and ecological thinking. It focuses on the processes of inquiry, experimentation, and decision-making that shaped the work, bringing together material practices, technological explorations, and critical speculation to consider how minerals can activate alternative ways of reading contemporary technologies and their modes of production.

Keywords
art and technology, material agencies, artificial intelligence, ecological thinking, more-than-human.

Fecha de envío: 15/12/2025
Fecha de aceptación: 15/05/2026
DOI: https://doi.org/10.18272/post(s).v13i.4131
Cómo citar: Salazar, A. (2026). Cristalizar el vacío: entre vida mineral, tecnologías y ecologías más-que-humanas. En *post(s)*, volumen 13 (pp. 290-305). USFQ PRESS.

CC BY NC SA

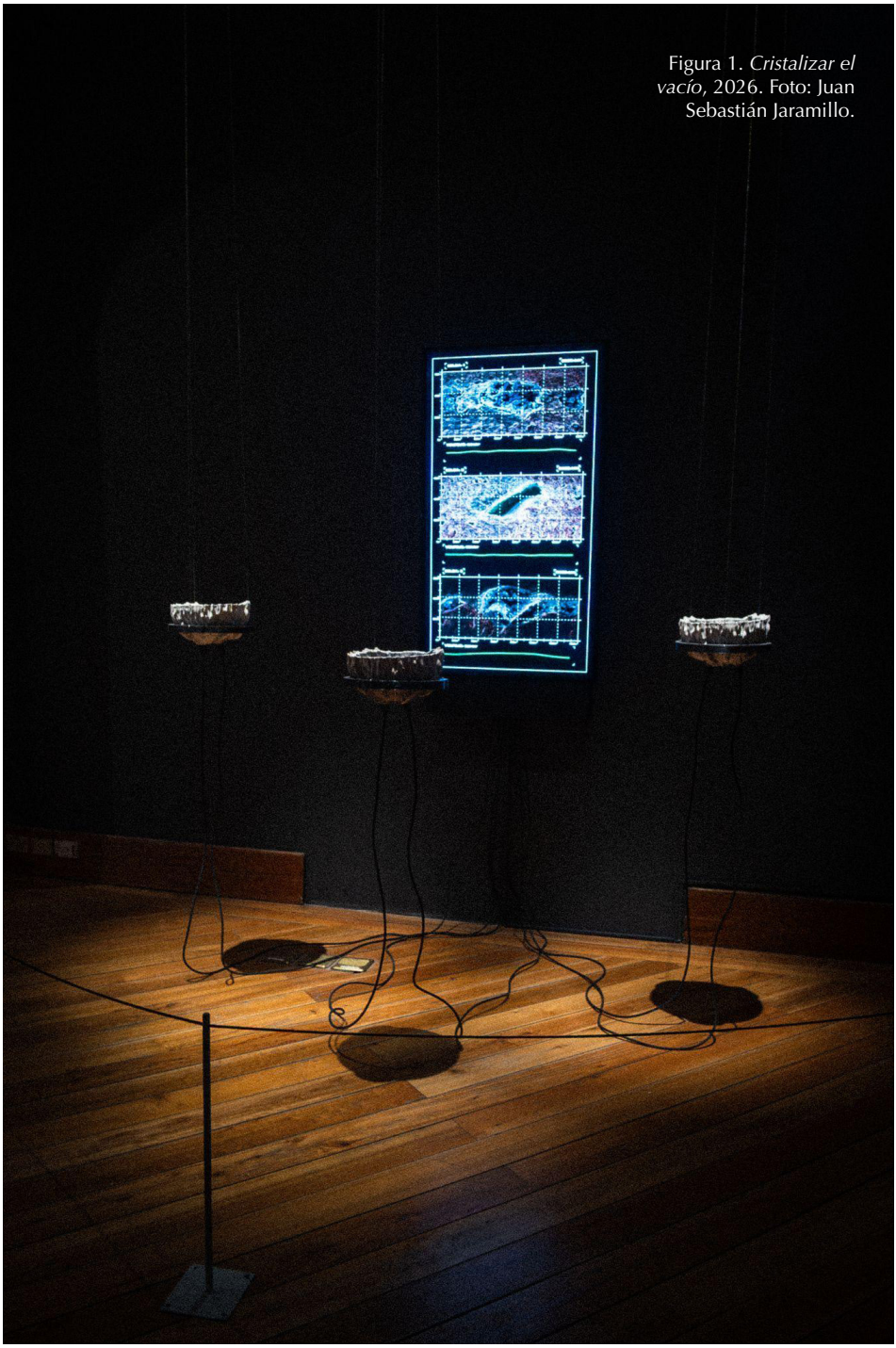


Figura 1. *Cristalizar el vacío,* 2026. Foto: Juan Sebastián Jaramillo.

Cristalizar el vacío es una instalación (**figura 1**) con tres esculturas colgantes de apariencia rocosa. Contienen un líquido cristalino azulado y desde su base se extienden varios cables que ingresan por debajo de una gran pantalla en vertical. En la pantalla hay imágenes difusas, como si se tratara de topografías planetarias que mutan constantemente, acompañadas de un trazado oscilante que aparenta el monitoreo de signos vitales.

La obra constituye un sistema especulativo donde las esculturas replican el diseño de un tipo de baterías eléctricas. Estas funcionan con reacciones químicas de la sal y su energía es transformada en datos que dirigen la generación de imágenes con un algoritmo de inteligencia artificial. Los movimientos de esta secuencia simulan extraños paisajes que fluctúan entre cuerpos de agua y desiertos; sin embargo, su origen se encuentra en una colección de imágenes satelitales (**figura 2**) que muestra los distintos escenarios que encontramos hoy en la zona conocida como el «triángulo de litio», ubicado en las fronteras de Chile, Argentina y Bolivia.

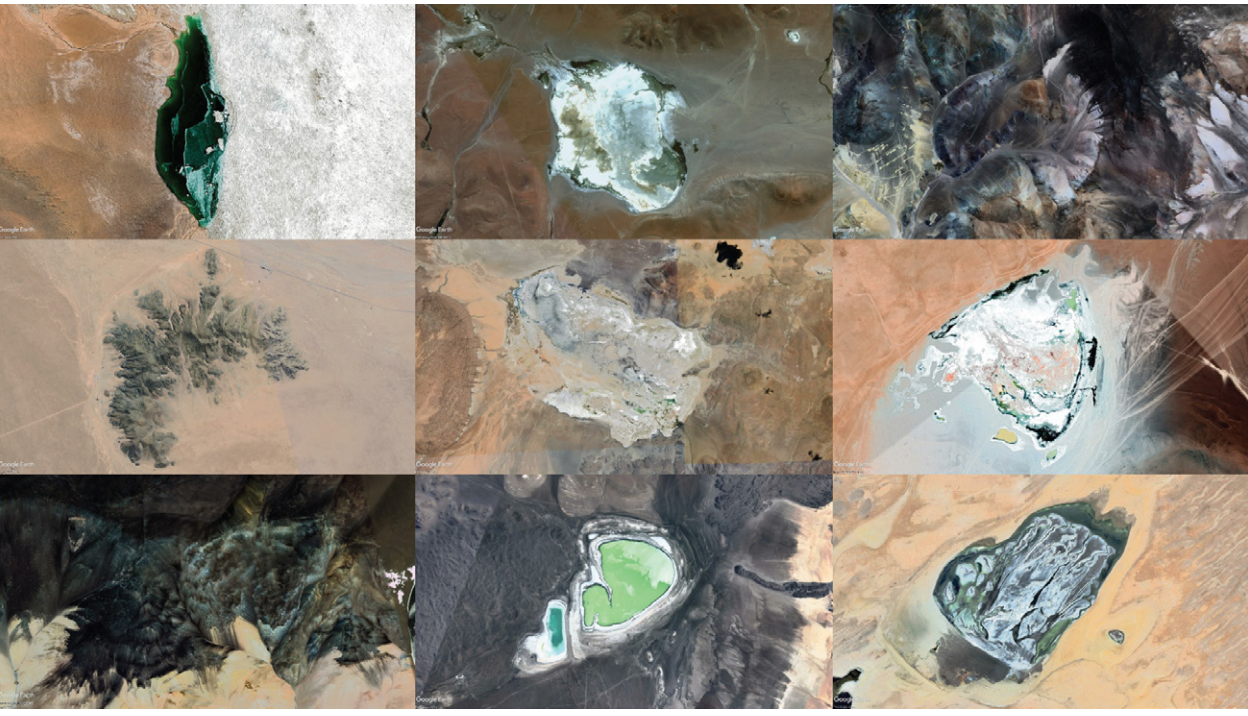


Figura 2. Capturas satelitales de los salares en el «triángulo de litio».

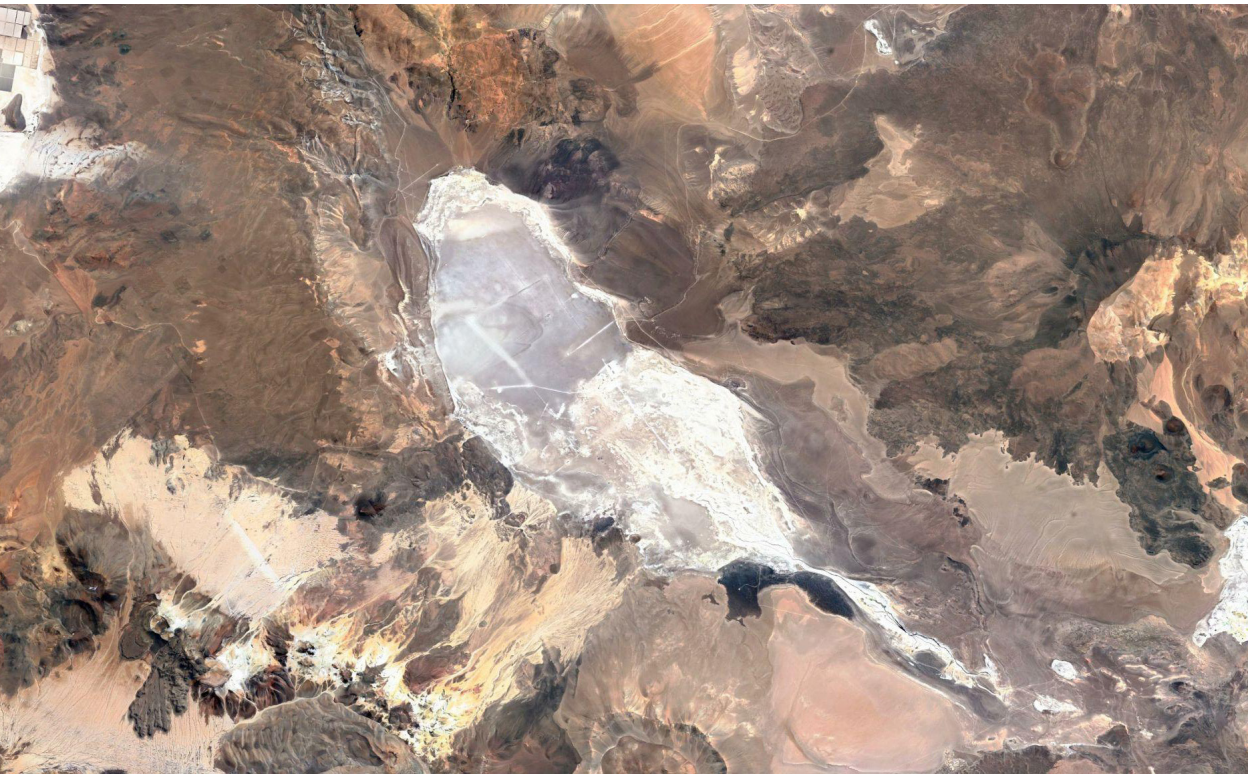


Figura 3. Vista satelital del Salar Río Grande en Salta, Argentina.

El eje que ha atravesado mi práctica artística y ha estado presente en mi obra durante los últimos años es la forma en que el pensamiento ecológico de lo posnatural busca desestabilizar categorías definidas entre vida y no-vida, orgánico-inorgánico, natural-artificial, situándose en lugares que dan protagonismo a diversas agencias más-que-humanas. En ese sentido, he buscado desplazar mis propuestas en algunos márgenes entre la ciencia, la tecnología y las artes, explorando operaciones, gestos y preguntas que desde el hacer cuestionan paradigmas o epistemologías implicadas en estas áreas, como el antropocentrismo y el dualismo naturaleza/cultura.

A principios de 2024, con un equipo formado por los artistas Ozzo Ukumari, de Bolivia, y Claudia Müller, de Chile, empezamos a pensar diversas propuestas en relación con los cuerpos de agua del Cono Sur. Siendo yo residente argentino, no tomó mucho tiempo para que pensáramos alrededor del territorio del triángulo de litio conformado por los tres países. En ese momento inicié una investigación sobre esta zona, empezando por recorrerla utilizando un *software de visión satelital abierta*.

Intrigado por este primer acercamiento, empecé a observar las actividades de extracción y a rastrear sus efectos en las transformaciones de los salares, humedales y lagunas altoandinas. Seguí explorando satelitalmente (**figura 3**) durante varios meses todo ese territorio, realizando recorridos y capturas de áreas aún no alcanzadas por la maquinaria extractiva. Reconocía la velocidad —en meses— con que la extracción de salmuera para la obtención de litio desarmaba un ecosistema que habría tomado millones de años en formarse. Esta conciencia de temporalidades que exceden lo humano en la escala vital de los salares y su lugar en el equilibrio del planeta me motivó a buscar maneras de empatizar y vincularme más cotidianamente con un mineral cuya vida muchas veces pasamos por alto.

Imágenes y programación de un modelo generativo

Los salares son terrenos cubiertos de sal que se forman cuando el agua con minerales queda atrapada en un lugar sin salida al mar, y a lo largo de millones de años se evapora dejando diversas sales acumuladas. Este proceso desarrolla un ecosistema de humedales entre cuyas sales se pueden encontrar elementos como sodio, magnesio, potasio y litio. Este último, considerado como el nuevo «oro blanco», es visto como un recurso valioso y estratégico cuya extracción acelerada responde a una agenda de transición energética y desarrollo tecnológico, particularmente sobre la industria de la inteligencia artificial.[1]

Durante las exploraciones, el sistema de visualización satelital me permitió también retroceder en el tiempo varias décadas y observar tanto las transformaciones topográficas de los salares naturales cuando pasan a estados de laguna, como la aparición de salares artificiales y su conversión en depósitos salinos residuales como resultado de la extracción de litio. Capturado por los bordes, colores y profundidades de cuerpos geológicos muchas veces considerados espacios inertes y cuya función es tan relevante para la regulación climática e hídrica, decidí guardar más de mil imágenes en un archivo que compone la diversidad de formas de esta región altoandina. Me interesó la posibilidad de pensar que, en la relación con esta pluralidad de morfologías, se manifiesta lo que en palabras de Jane **Bennett** sería una *materialidad vibrante* de estos cuerpos terrestres; en la medida en que reconozco su agencia y despiertan en mí ciertas actitudes y estados de ánimo, casi a modo de encantamiento, así como una predisposición para dejarme sorprender por estos encuentros.

1 Kate **Crawford** (2022), en su libro *Atlas de IA: poder, política y los costos planetarios de la inteligencia artificial*, habla del extractivismo de minerales como parte constitutiva de la estructura de esta industria, donde el litio aparece dentro de ese marco material. Más recientemente, Sebastián **Lehuedé** (2024) escribe el artículo «An Elemental Ethics for Artificial Intelligence: Water as Resistance Within AI's Value Chain», donde aborda la huella ambiental de la inteligencia artificial en relación con la extracción de litio para baterías recargables y la construcción de centros de datos.

Los salares no son entidades estables ni pueden pensarse como individuos, son siempre cambiantes y están en relación con una red de cuerpos conectados entre sí. Estas características reflejadas en imágenes podrían ayudar a observar patrones que permitan revelar cómo se han dado y pueden darse estas transformaciones, a modo de huellas de procesos vitales geológicos. Formas que quizás solo puedan ser vistas con determinadas tecnologías de procesamiento de imágenes. Es así que, en la búsqueda de revelar visualmente los patrones de comportamiento a escala espacio-temporal de los salares, decidí convertir las capturas en una base de datos que sirviera de insumo para el entrenamiento de un modelo generativo llamado StyleGAN-2, basado en algoritmos muy utilizados en el campo de la inteligencia artificial como lo son las Redes Generativas Antagónicas (GAN).

El modelo procesa cada imagen (**figuras 4** y **5**) con el objetivo de analizar sus patrones visuales, «aprender» cómo está hecha y plantear posibles cambios en su morfología. Los resultados terminan siendo imágenes en cierto sentido indeterminadas como consecuencia de un modelo de síntesis de imágenes potente pero imperfecto que debe combinar diversos tipos de objetos, escenas y texturas. De esta forma es posible obtener cientos de miles de variantes que desafían la consistencia en nuestra interpretación espacial ya que, aunque remiten a las originales, lo hacen de forma difusa, como cambios de estado constantes.

Estuve un tiempo navegando por el llamado «espacio latente» del modelo, una metáfora utilizada en estas tecnologías para describir un territorio vectorial donde se encuentran las posibles imágenes a emerger.[2] Experimenté con muchas variantes aleatorias y obtuve resultados que me interesaban, pero me inquietaba más la idea de encontrar una manera de observar la generación y transformación constante de estas imágenes. Es así que me pregunté por la posibilidad de delegar esta navegación utilizando datos o elementos externos que puedan recorrer el modelo y armar una narrativa a partir de visualizar este gesto.

2 El término *espacio latente* es muy utilizado en el campo del aprendizaje automático (*Machine Learning*) para hacer referencia a la forma en que las redes neuronales representan, codifican y decodifican datos. Autores como Ekin Tiu, Jaroslaw Drapala o Ian Goodfellow tienen diversos artículos al respecto.

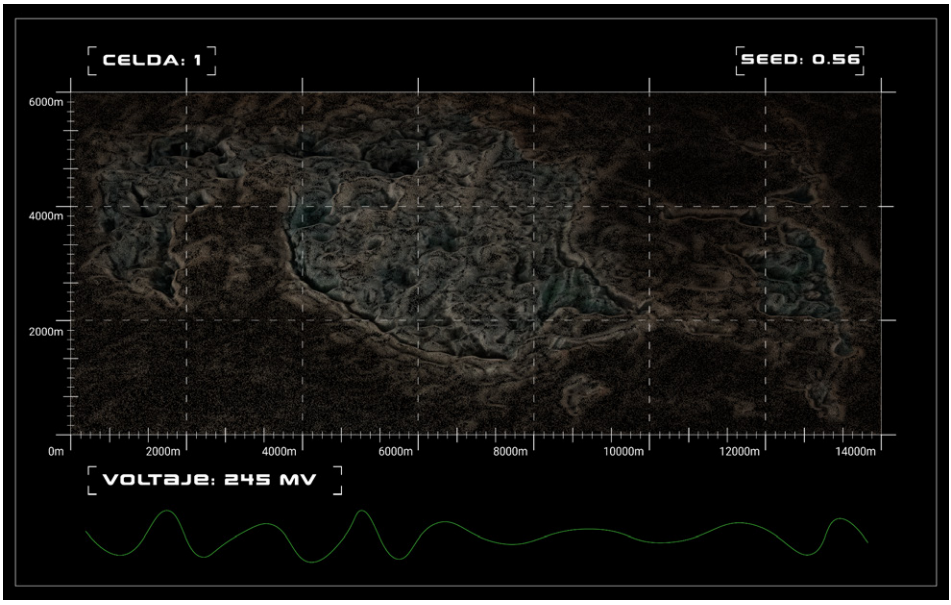


Figura 4. Visualización de pantalla.

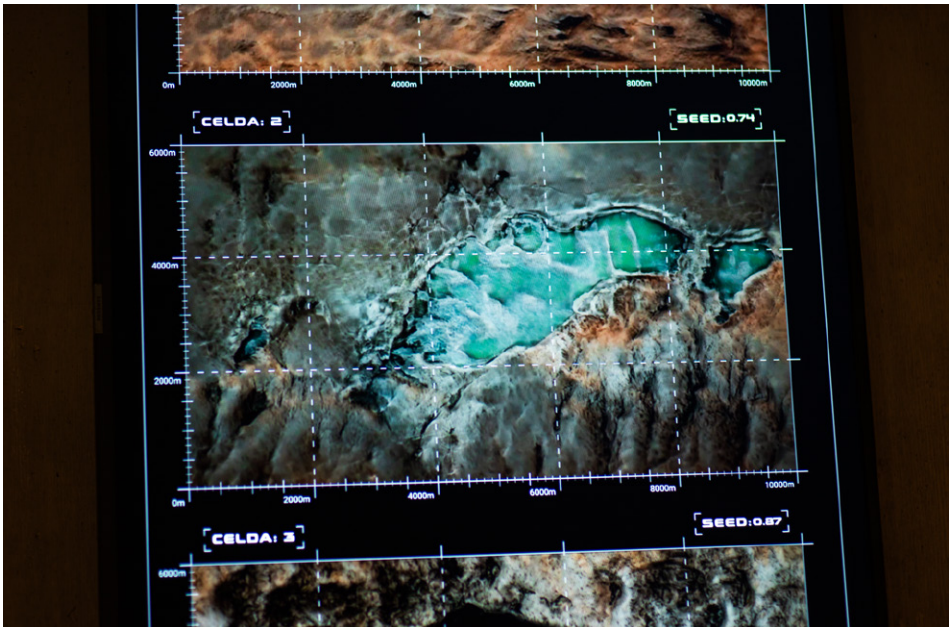


Figura 5. Visualización en la instalación *Cristalizar el vacío*, 2025. Foto de Francesca Cantore.

La sal y su comportamiento: los experimentos

Las primeras pruebas para generar imágenes con información externa incluyeron la utilización de datos hidrológicos de entidades chilenas y argentinas para el control del agua; sin embargo, la distancia poética que percibía entre las imágenes y estos datos me hizo plantear otras alternativas. Es cuando decidí acercarme a explorar uno de los elementos más relevantes dentro de esta problemática: la sal, un mineral sobre el que versa mi interés y que está muchísimo más presente en la vida cotidiana de lo que solemos notar.

La sal aparece no solo en la alimentación, sino también en procesos tecnológicos, industriales, corporales y culturales. Aunque casi desapercibida, actúa como una fuerza elemental que atraviesa múltiples formas de vida, modelando comportamientos y equilibrios ecológicos. En la hipótesis de Gaia, formulada por el químico James Lovelock en los años setenta, se postula que la salinidad de los océanos es regulada activamente por las complejas relaciones de la biosfera, manteniéndose constante y óptima para la vida a pesar de la incesante aportación de sal mediante los ríos. Las relaciones que establece la sal con otros elementos pueden llegar incluso a desarmar algunas ideas relativas a los límites entre vida y materia, cuya frontera ya fue pensada como un territorio difuso hace cien años por el mineralogista ruso Volodymyr **Vernadsky** (1926), en su libro *La Biósfera*.[3] Para él, la evolución de la materia viva crea nuevos cuerpos inertes, demostrando que la acción biológica modifica constantemente la composición de la Tierra. Si pensamos en la continuidad entre la vida acuática y los fósiles, el llamado tiempo profundo, podemos decir que contiene información de biosferas anteriores. Quizás podríamos argumentar que esta continuidad también es posible en la materialidad de la sal.

Empecé a experimentar la generación de cristales de sal realizando ejercicios muy sencillos pero que pusieron a prueba las nociones de cultivo y crecimiento más comunes. Disponiendo sal y agua en distintas proporciones, fui observando durante semanas el surgimiento de estructuras sólidas cristalinas de diversos tamaños, procesos durante los cuales algunas variables climáticas de temperatura, humedad y luz fueron influyendo en su velocidad y morfología. Sin duda, empezaba a resonar la idea de que la sal tiene una vitalidad propia al evidenciar, como menciona Manuel **De Landa** (2017) en su texto *Mil años de historia no lineal*, la tendencia de la materia no-orgánica a autoorganizarse y generar patrones que parecen predecibles, como una creatividad inherente a su propia materialidad. Sostener que la sal tiene un comportamiento o una agencia puede interpretarse a partir de su teoría de los ensamblajes, donde la emergencia de cristales se

3 Vladímir Ivanovich Vernadski, científico ruso y uno de los padres de la geoquímica, plantea en *La Biosfera* (1926) una visión integradora de la naturaleza, cuya teoría de desarrollo de la Tierra sería retomada posteriormente por James Lovelock.

produciría por la forma dinámica de entrar en relación con otros elementos. Este sería un proceso que se da dentro de sus propias escalas de tiempo, donde se toman ciertas decisiones para la organización de las partículas y la formación de su estructura. La sal puede pensarse, así, incluso como un archivo mineral que contiene las huellas de su propia historia de relaciones materiales, una memoria de condiciones y procesos que determina sus transformaciones (**figura 6**).

Fui planteando entonces la posibilidad de explorar con distintos medios esta forma de vida mineral, pensando en observar otras relaciones donde se manifieste su agencia de tal forma que puedan hacerse visibles estos procesos, y traducirlos a otros gestos o lenguajes.

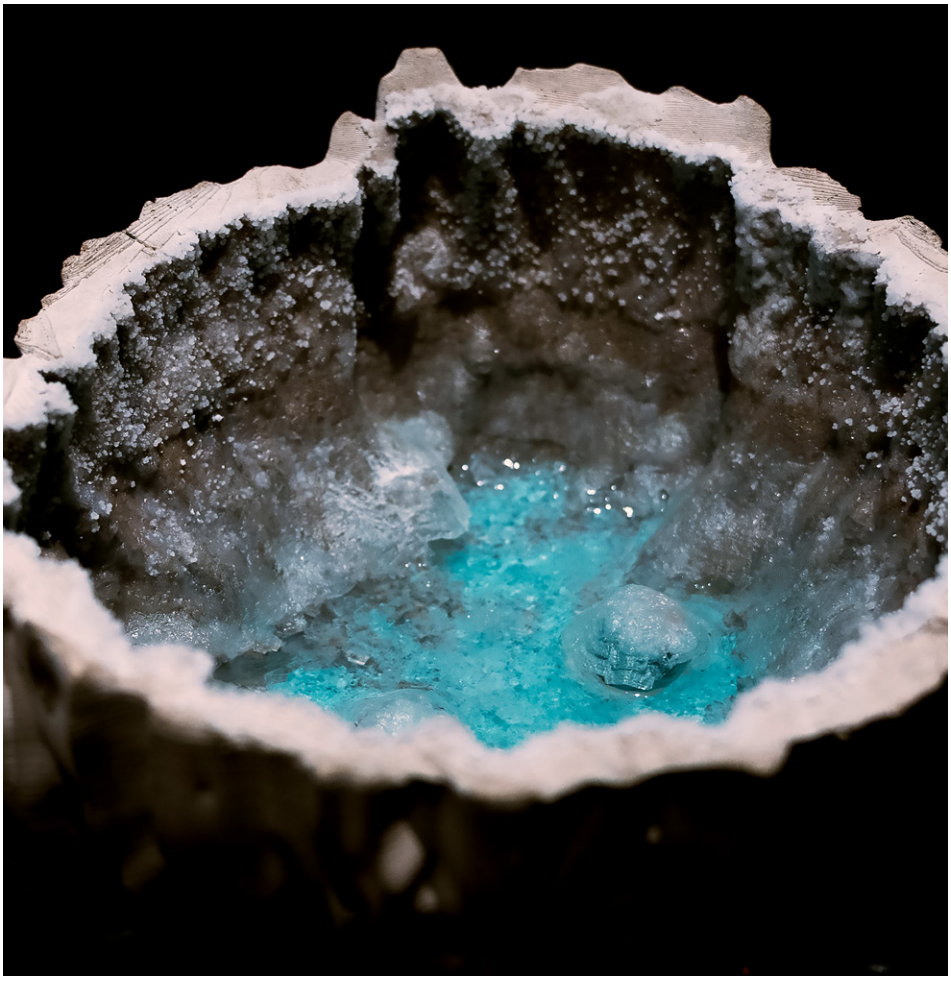


Figura 6. Detalle de la instalación, 2026. Foto: Juan Sebastián Jaramillo.

Cómo imaginar una batería

En conversaciones sobre estos experimentos con sal, comencé a vincular referencias que parecían aisladas. Como la historia del encuentro de un minero momificado por el cobre hace cinco siglos en el norte de Chile; o de las comunidades en los bordes del Salar de Uyuni, en Bolivia, que construyen sus casas con bloques de sal, y situaciones quizás más cotidianas con relación a la corrosión de las arquitecturas costeras tropicales por las altas concentraciones de salinidad en atmósferas marinas. Ejemplos en que la sal se manifiesta como un agente activo que transforma cuerpos y estructuras a lo largo del tiempo.

Esta relación de agencias materiales entre la sal y los metales nos puede remitir a la idea de que abordar un pensamiento ecológico contemporáneo implica la extraña conciencia de que las cosas que pensamos inertes, fijas y estables, en realidad están actuando constantemente de diversas maneras; al mismo tiempo que muestra la tendencia humana a ajustar las cosas a nuestras escalas de tiempo y espacio. Timothy Morton (2023) señala esto en su libro *Arquitectura sin Naturaleza*,[4] cuando explica que las condiciones de actividad espacio-temporales de muchos objetos exceden las dimensiones humanas y tienen una realidad más amplia, irreductible a sus componentes. Encontrar una forma de trabajar en relación con algo que no es dinámico según nuestra percepción y nuestra experiencia contemporánea del tiempo, para reflexionar sobre estos contrastes de la realidad a través de traducciones o mediaciones artificiales, me pareció el camino a explorar.

Hace aproximadamente tres años realicé una residencia artística en Bourges, Francia. Esta ciudad tiene la particularidad de estar construida en torno a un gran pantanal que, aunque sirvió de barrera durante la «Guerra de los cien años», en la actualidad constituye una reserva natural con gran biodiversidad. Durante mi estancia, abordé cómo los procesos de descomposición naturales alteraban la noción de paisaje a una velocidad más rápida que la habitual en otros lugares. Como parte de una instalación resultante, desarrollé un par de MFC, o celdas de combustible microbiano, dispositivos que permiten convertir la actividad microbial en energía. Así, la energía generada por los microorganismos del pantano fue utilizada para modificar registros visuales sobre este mismo lugar. Durante la investigación para desarrollar estas celdas, encontré otros tipos de baterías que pueden construirse a partir de metales.

Un tipo de batería que utiliza como principio este fenómeno corrosivo común de la vida cerca al mar es la que se realiza con celdas *redox*, sistemas que funcionan gracias a reacciones químicas de reducción y oxidación que ocurren

4 La idea de que las cosas no son estables ni fijas y que exceden los marcos humanos espacio-temporales es desarrollada en la argumentación del término *hiperobjeto* a lo largo de diversos textos de Timothy Morton.



Figura 7. Detalle de las esculturas flotantes de la instalación, 2026. Foto: Juan Sebastián Jaramillo.

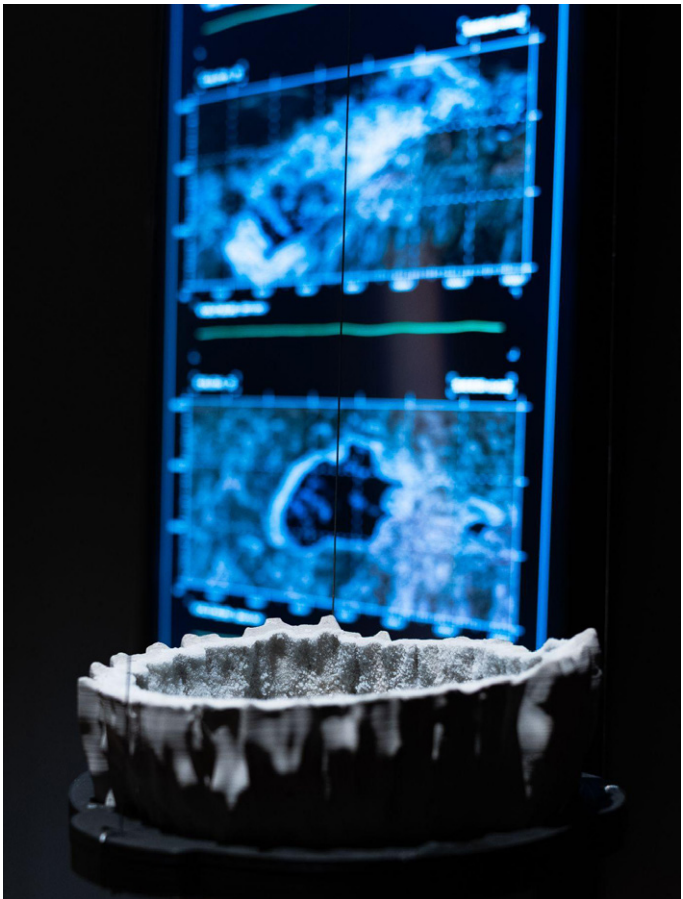


Figura 8. Detalle de escultura flotante de la instalación, 2026. Foto: Juan Sebastián Jaramillo.

al mismo tiempo. Es decir, un tipo de metal se oxida, lo que libera electrones, y otro que recibe estos electrones, se reduce. Este viaje de electrones es posibilitado gracias a un medio líquido conductivo y es ahí donde entra la sal, facilitando este movimiento que finalmente produce electricidad. Experimenté con el desarrollo de una celda redox que utiliza zinc y cobre como metales, donde el medio salino que permite la producción de energía es al mismo tiempo la fórmula para la generación de cristales utilizada en los experimentos descritos anteriormente con la sal. Diseñé una celda abierta al intercambio con la temperatura y la humedad del ambiente, permaneciendo en estado de reposo. Durante este período de prueba, pude sensar electrónicamente la energía resultante y encontrar algunas variaciones correspondientes a los días más cálidos y húmedos. Semanas después, cuando se daba el proceso de cristalización, la sal dejaba de actuar como medio conductor y la energía resultante se apagaba.

La doble agencia de la sal, tanto para generar electricidad como para organizar sus partículas en cristales, me dio la pauta para pensar un sistema dentro de los lenguajes de las artes tecnológicas donde los tiempos en que funciona la vida de la sal no corren a velocidad humana, y la tecnología de inteligencia artificial involucrada funciona como medio expresivo de sus transformaciones, proponiendo visualizar posibles escenarios terrestres con relación a estas otras escalas dentro de un marco de ficción (**figuras 7** y **8**).

Cristalizar el vacío

Pensar hoy la forma en que las tecnologías contemporáneas han transformado las prácticas artísticas requiere cuestionar la línea difusa que aparece en el cotidiano entre realidades digitales y analógicas, misma que opaca cada vez más los procesos de su funcionamiento. Abordar la dimensión técnica de esta obra, donde se involucran sal, metales, imágenes y algoritmos, me permitió plantear formas de composición entre lenguajes de las artes y de las ciencias al buscar una manera de observar en el tiempo los movimientos minerales.

La operación de traducir la energía generada durante los procesos de cristalización de la sal en datos algorítmicos y utilizarla como variable de navegación de un modelo de inteligencia artificial, terminó concibiéndose como un sistema que funciona a modo de una interfaz especulativa de expresiones más-que-humanas; allí, la agencia de la sal manifiesta un comportamiento que se convierte en narrativas visuales que remiten a las crisis de los territorios como efecto de la intensa actividad extractiva de minerales indispensables para sostener las formas aceleradas de producción actual.

Cabe mencionar que la producción de energía de las celdas en esta instalación es tan baja que no es funcional para la gran mayoría de las cosas que hoy requieren de electricidad, siendo a la vez su proceso de generación tan lento que se

contrapone a la base de recursos intensivos y veloces que los modelos generativos de texto e imágenes requieren para funcionar.

La obra propone abordar esta contradicción donde un sistema abierto, inestable y de bajo consumo es conectado a un sistema algorítmico de consumo intensivo cuya tecnología generativa de inteligencia artificial es usada para hablar sobre la misma crisis ecológica que su existencia ahonda. Es en esta situación paradójica donde observo una posibilidad crítica y, a la vez, poética al conectar una interfaz *low-tech,* que propone operar desde la disfuncionalidad al realizar un gesto de desviación del sistema generativo para orientarlo a la creación artística contemporánea, con la indeterminación visual que resulta de un programa pensado originalmente para la optimización de imágenes.

Las formas resultantes de estas imágenes en la instalación remiten a geografías inhabitadas y desconocidas de nuestro planeta, paisajes cuya velocidad de transformación propuesta por el sistema genera una sensación de inestabilidad y extrañeza, remitiendo por momentos a topografías que podrían pertenecer al imaginario de otros mundos. Más allá de pensarlo como una visualización lineal de datos que traduce literalmente la agencia de la sal, la instalación se aproxima a un funcionamiento oracular en el sentido de que las formas de interpretar estas señales o datos muestran posibles realidades alternativas del presente o el futuro de los salares en el triángulo de litio.

Al mismo tiempo, en un momento cuando las tecnologías de inteligencia artificial se deben entender más como un gran complejo de recursos energéticos, humanos, minerales, políticos y económicos, que apunta a una tecnocracia como sostén de los modos de producción y menos como una salida a las múltiples crisis planetarias que atravesamos, se vuelve necesario, si no urgente, plantear desde las prácticas artísticas modos de cuestionar o desviar los usos de estas tecnologías a la vez que proponer otro tipo de vínculos y escenarios más horizontales en las relaciones con entidades y cuerpos más-que-humanos.

En el marco de esta idea, la instalación (**figura 9**) busca señalar la dependencia que tienen los sistemas tecnológicos contemporáneos de los sistemas acuíferos y minerales del planeta: salares, cuencas y ríos cuya extracción en zonas de alto estrés ahonda cada vez más sus condiciones de existencia. *Cristalizar el vacío* surge de esta forma como una metáfora donde el litio aparece como el residuo sólido de un paisaje que se desvanece, y los cristales de sal como huellas minerales de una evaporación irreversible.

Continuar la exploración de lenguajes en el cruce arte-tecnología implica asumir que las tecnologías no son neutrales, sino que están inmersas en determinadas formas de concebir el mundo. El *slogan* que hoy se coloca a estas tecnologías como «inteligentes» o «creativas» solo responde a intereses de sostener estas mismas estructuras, disfrazar ideologías con empresas y apuntar a la dependencia acelerada de sistemas que reducen y deshumanizan posibilidades

de intercambios, complejidad y diversidad en nuestra relación con la realidad. Contrarias a la estética dominante y a los fines utilitarios en la producción de los sistemas de inteligencia artificial, las propuestas desde las artes, en este sentido, deben remarcar la construcción colectiva, la práctica y el pensamiento situado como parte fundamental de los procesos que abordan estas tecnologías. post(s)



Figura 9. *Cristalizar el vacío*, 2026. Foto: Gustavo Sosa, Fundación Andreani.

Referencias

Bennett, J. (2022). *Materia vibrante: Una ecología política de las cosas*. Caja Negra.
Crawford, K. (2022). *Atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press.
De Landa, M. (2017). *Mil años de historia no lineal*. Editorial Gedisa.
Lehuedé, S. (2024). An elemental ethics for artificial intelligence: Water as resistance within AI's value chain. *Philosophy & Technology*, 37(1). https://doi.org/10.1007/s13347-024-00703-3
Morton, T. (2023). *Arquitectura sin Naturaleza*. Bartlebooth.
Vernadsky, V. (1926). *La Biosfera*. Leningrado: Nauchno-Tekhnicheskoe Izdatelstvo.