



2025

PROYECTOS DE ESTIMULACIÓN DE LLUVIAS

*El arte de transformar
lo imposible en realidad*



DEDICATORIA

A los productores, instituciones, gobiernos y aliados nacionales e internacionales, que con visión, valentía y un compromiso inquebrantable con sus comunidades, decidieron apostar por una tecnología innovadora para enfrentar la sequía.

En este 2025, dedicamos el esfuerzo del presente año a quienes confiaron en una solución que, aunque emergente y aún poco conocida en el mundo, ha demostrado un 100% de eficacia en campo. Su decisión de incorporar ciencia y tecnología a la gestión del agua no solo fue un acto de liderazgo, sino una muestra de responsabilidad y convicción frente a uno de los retos más urgentes para la humanidad.

Ustedes fueron pioneros, eligieron creer en la evidencia, en los resultados y en la necesidad de transformar paradigmas. Apostaron por proteger los cultivos, fortalecer la seguridad hídrica, asegurar el bienestar de sus regiones y llevar esperanza.

A los gobiernos que actuaron con determinación y visión de Estado.

A los productores que defendieron sus tierras y a las familias que dependen de ellas.

A los organismos y clientes internacionales que confiaron en el potencial de una tecnología disruptiva, para generar soluciones reales.

A todos los equipos técnicos que caminaron a nuestro lado y transformaron cada desafío en un logro compartido.

Gracias por depositar su confianza en nosotros y por demostrar que, cuando la voluntad política, el conocimiento técnico y la innovación se unen, es posible cambiar el destino de territorios enteros.

Este anuario está dedicado a ustedes, pioneros de un nuevo modelo de gestión del agua en beneficio de la sociedad.

Gracias por abrir el camino, por creer antes que los demás y por demostrar que la tecnología puede llevar no solamente lluvia, sino también vida, esperanza y futuro. ☁️

PRÓLOGO



Gabriel Varela Cano
Presidente
Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes.
Región de Coquimbo, Chile

La Región de Coquimbo vive una sequía prolongada que ha marcado profundamente la forma en que gestionamos el agua. En la cuenca del río Elqui, donde cada litro disponible sostiene a agricultores, comunidades rurales, consumo humano y ecosistemas frágiles, esta crisis dejó de ser circunstancial para convertirse en un desafío estructural. Frente a este escenario, como Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes hemos buscado continuamente alternativas que nos permitan anticiparnos, adaptarnos y explorar herramientas que, con responsabilidad, puedan aportar a la seguridad hídrica de nuestras comunidades.

Fue en ese contexto que iniciamos conversaciones con Startup Renaissance y, posteriormente, tomamos la decisión de viajar a México para conocer de primera fuente el Programa de Estimulación de Lluvias que ellos desarrollan. No se trató de una decisión simple: implicaba evaluar una tecnología que, aunque respaldada por años de aplicación en distintas regiones mexicanas, sigue siendo objeto de debate en cuanto a su efectividad. Por lo mismo, era fundamental observar en terreno, escuchar a sus equipos, conocer sus procedimientos y evaluar la seriedad del trabajo detrás de cada vuelo.

El viaje a México fue clave. Pudimos entender la magnitud del esfuerzo que el país ha desplegado para enfrentar su propia crisis hídrica y ver cómo la tecnología se inserta dentro de un enfoque más amplio de gestión y mitigación. Visitamos centros de monitoreo, zonas de operación y conversamos con técnicos, meteorólogos, agricultores y autoridades que han participado en estos programas durante años. Lo que encontramos fue un nivel de profesionalismo, disciplina y capacidad operativa que nos permitió considerar seriamente la posibilidad de aplicar esta tecnología en nuestra cuenca.

Decidimos avanzar. Con ello, la Junta de Vigilancia del Río Elqui se convirtió en el primer organismo privado e internacional en confiar en esta experiencia desarrollada en México. Adaptar la operación a nuestra cuenca no fue un proceso simple: implicó modificar una aeronave, gestionar un extenso conjunto de permisos y cumplir rigurosos requisitos técnicos y administrativos para habilitar su uso en territorio chileno. Aun así, el proceso se llevó adelante con total profesionalismo. Valoramos profundamente la transparencia en la entrega de datos, la coordinación técnica constante, el acompañamiento permanente y la disposición del equipo para ajustar cada etapa a las particularidades geográficas y climáticas de nuestra cuenca.

Para nosotros, este paso representa más que la aplicación de una tecnología. Es un ejemplo de cómo una organización de usuarios, con más de cien años de historia, puede atreverse a explorar caminos nuevos cuando la realidad lo exige. Y también es un recordatorio de que la sequía no se enfrenta con una sola herramienta, sino con una combinación de conocimiento local, innovación, gestión comunitaria y una mirada de largo plazo.

Agradezco profundamente al equipo de Startup Renaissance por su seriedad y apertura; y especialmente a las y los regantes de la cuenca del Elqui, que han comprendido que la crisis climática requiere que estemos atentos, que evaluemos cada alternativa y que, sobre todo, actuemos de manera colectiva y responsable.

Este anuario da cuenta de ese camino. No sólo de la experiencia técnica, sino del proceso humano detrás de una decisión inédita para nuestra institución. Ojalá estas páginas contribuyan a reflexionar sobre los desafíos que compartimos y sobre la importancia de buscar, con rigor y humildad, todas las alternativas que puedan aportar a la sustentabilidad hídrica de nuestro valle. ☁





PROYECTOS DE ESTIMULACIÓN DE LLUVIAS 2025



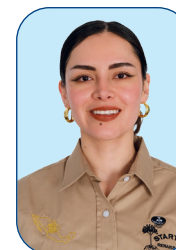
■ Luis
García Saavedra
COORDINADOR



■ Luis Rodrigo
García Aguilar
COORDINADOR SUPLENTE



■ Brian Enrique
Ávila Ortega
OPERADOR DE REACTIVO



■ Pamela
García Aguilar
AUXILIAR EN INFORMÁTICA

INGENIOS AZUCAREROS DE LA HUASTECA

En 2023 y 2024 la Región Huasteca sufrió una sequía severa que impactó negativamente la producción cañera e industria del azúcar. La falta de humedad afectó al material vegetativo, teniendo que reemplazar las áreas dañadas. Como medida de protección, el Grupo Industrial Pantaleón implementó un proyecto de Estimulación de Lluvias para prevenir los efectos de este fenómeno climático en los años 2024 y 2025. En este último año el proyecto se realizó una vez más en coordinación con los Ingenios Azucareros de la Huasteca.

El objetivo general fue incrementar la precipitación, mientras los objetivos específicos consistieron en asegurar la producción cañera, mejorar la productividad de la tierra, e incrementar el almacenamiento de agua en obras hidráulicas. Mantener las precipitaciones necesarias para el desarrollo vegetativo y productivo de la caña de azúcar, en los campos cañeros de Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz, (Figura 1) **representó nuestro reto**. Se realizaron 6 vuelos entre los días 1 y 24 de junio del 2025, con la liberación de 600 litros de Rainmate® cubriendo 59,940 km² de trabajo en una aeronave modelo Turbo Commander 690B.

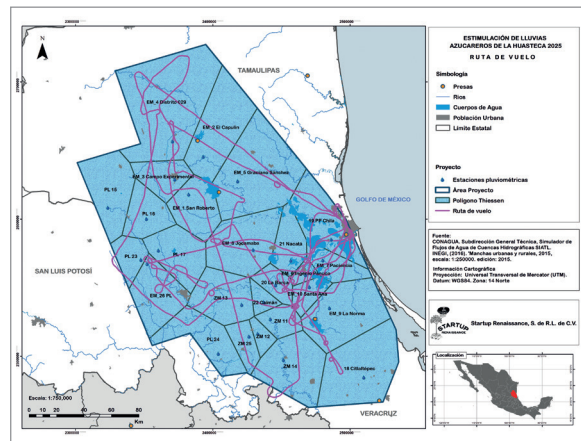


Figura 1. Mapa de localización del proyecto con las trayectorias de los 6 vuelos.

Se realizaron 6 vuelos de estimulación.

Distancia efectiva recorrida dentro del polígono de trabajo

1,998 km

Superficie cubierta dentro del polígono de trabajo

59,940 km²

Reactivo Rainmate® aplicado

600 lt

Lámina precipitada acumulada durante los días de vuelo en la totalidad del polígono:

3,089 millones de m³

Incremento logrado entre lo precipitado contra lo pronosticado los días de vuelo, con base en sensores remotos en áreas sobrevoladas + efecto del viento:

36.97%

A petición del cliente, el día 24 de junio se hizo una pausa en los vuelos de estimulación, ya que los suelos se encontraban saturados de humedad. Posteriormente, debido al ingreso de diversos frentes atmosféricos no previstos, la alta humedad se mantuvo, por lo que fue solicitado suspender definitivamente el proyecto por este año.



PRECIPITACIÓN

Para el análisis de precipitación se propusieron tres casos: Caso 1) Polígono total, que considera a todos los pluviómetros en el área del polígono. Caso 2) Trayectorias de vuelo, que considera sólo los pluviómetros bajo la trayectoria del avión durante la aplicación. Caso 3) Trayectoria + viento, que corresponde a los pluviómetros en la trayectoria, más aquellos que estuvieron en la dirección del viento cuando se liberó el reactivo Rainmate®.

Ya que el área de trabajo se caracteriza por ser un terreno de gran extensión, no es posible contar con una red densa de estaciones terrestres, dificultando la evaluación de resultados y la oportuna transmisión de datos. Por este motivo, para el análisis de la precipitación atribuible a la estimulación se crearon además estaciones virtuales (Sensores Remotos). Así pues, tenemos 2 escenarios:

Escenario 1. Agua registrada sólo en estaciones terrestres.

	Pronóstico acumulado	Acumulado en pluviómetros	% EFICACIA
Polígono Total	1,831.30	1,975.90	107.896
Trayectoria de vuelo	430.40	524.70	121.910
Trayectoria de vuelo + viento	529.05	726.80	137.378

Escenario 2. Registro de agua promedio por polígono Thiessen en estaciones virtuales.

	Pronóstico acumulado	Acumulado en pluviómetros	% EFICACIA
Polígono Total	2,052.20	2,765.12	134.739
Trayectoria de vuelo	517.10	719.01	139.046
Trayectoria de vuelo + viento	615.75	843.40	136.972

Los datos derivados del producto GPM-IMERG muestran una notable variabilidad diaria entre vuelos y zonas. En varios de los eventos (por ejemplo, vuelos 2, 3 y 4), las áreas dentro del polígono de trabajo presentaron medias de precipitación superiores a las del área externa, lo que se interpreta como un indicio de impacto positivo de la estimulación, además las zonas que reciben la precipitación derivada de la estimulación (área de influencia y polígono de trabajo) presentaron un promedio de precipitación mayor que el área externa (en cinco eventos de seis, el promedio fue mayor en el área de influencia, que es la zona inmediata a la zona de estimulación).



En los dos escenarios se observa un mayor porcentaje de eficacia de lo precipitado respecto a los pronósticos para los días en que se realizaron los vuelos, alcanzando un **39.04%** en el resultado obtenido en el Escenario 2 (Trayectoria de vuelo, a través de Sensores Remotos).



SENSORES REMOTOS / ÍNDICE DE VERDOR (NDVI)

El análisis de la evolución del NDVI (respuesta de las plantas) dentro del polígono de trabajo que contiene los ingenios azucareros, refleja una tendencia positiva del valor promedio a partir de la estimulación (período del 10 al 25 de junio). Antes de la estimulación (dos periodos previos analizados), los valores promedio eran estables y prácticamente sin cambio. Este dato es importante porque el cambio se puede relacionar directamente con la estimulación, ya que se registró antes de que las condiciones climáticas mostraran un cambio generalizado.

A partir de la estimulación, los valores promedio finales del NDVI (analizados en un periodo posterior a la estimulación), fueron entre 20 y 50% mayores que los iniciales, es decir a partir de los seis vuelos de estimulación, en todos los polígonos que representan los ingenios azucareros, el valor del NDVI aumentó su tendencia exponencial.

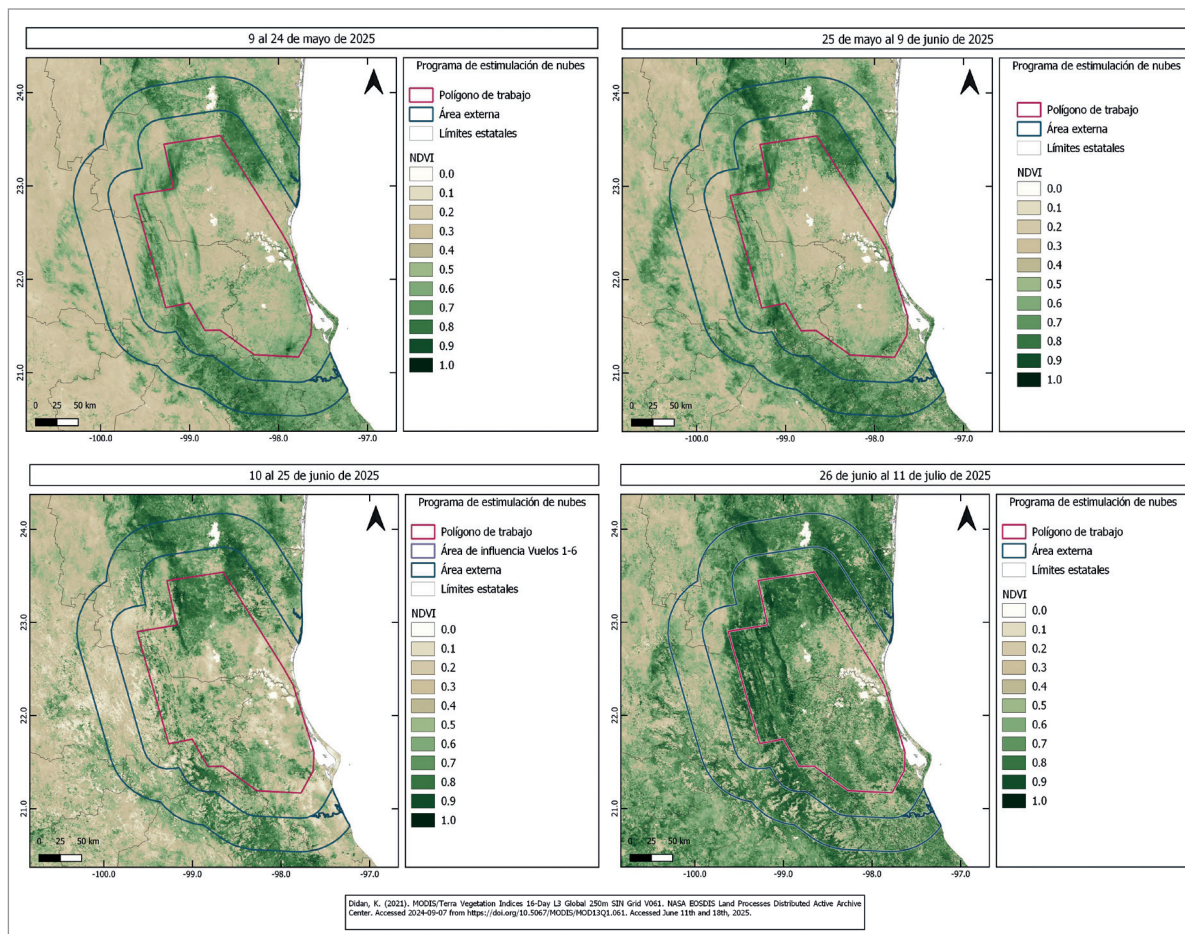


Figura 2. Para el índice de Vegetación NDVI los registros y el promedio muestran una tendencia positiva para los tres polígonos analizados.

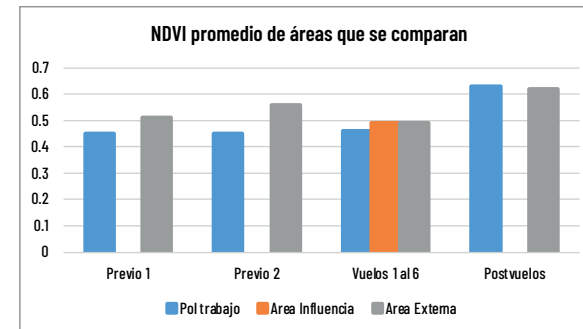


Figura 3. Valor promedio del NDVI para cada una de las áreas que se comparan.



Es evidente que después de los vuelos, la vegetación continuó desarrollándose de manera rápida en el área de influencia, superando a la registrada en el área externa; como resultado de las temperaturas, la lluvia estimulada y las lluvias originadas por el ingreso de distintos frentes atmosféricos.

NDVI EN CADA UNO DE LOS POLÍGONOS CORRESPONDIENTES A LOS INGENIOS

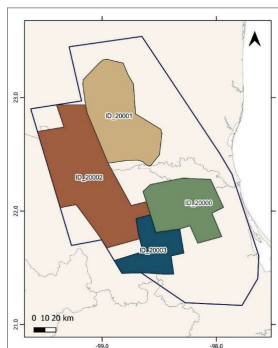


Figura 4. Ubicación de Ingenios dentro del polígono de trabajo.

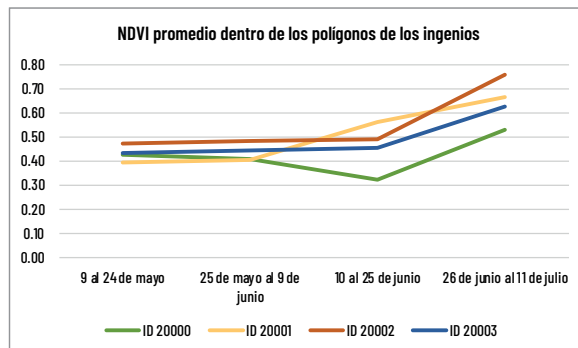
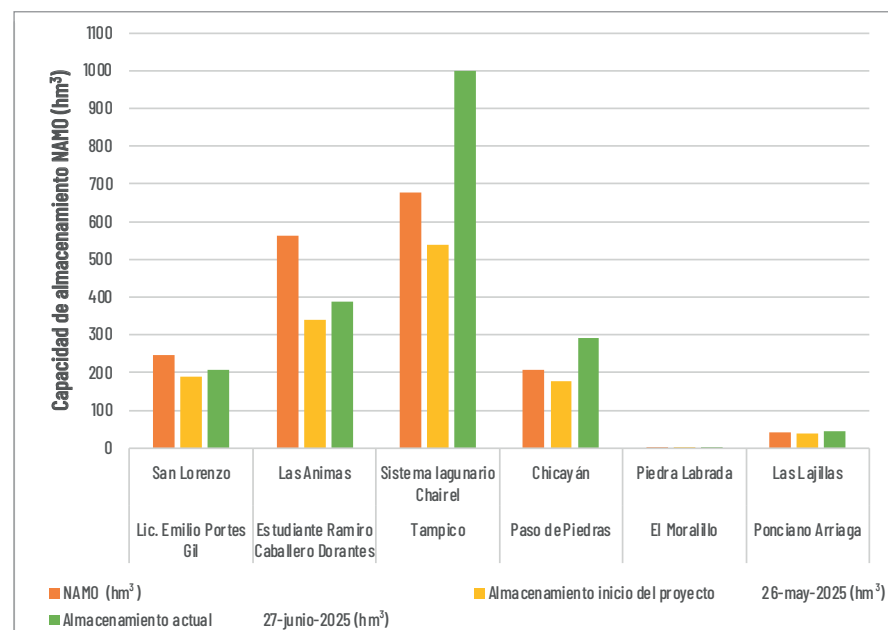


Figura 5. Gráfica del promedio de NDVI para cada uno de los polígonos en donde se ubican los ingenios dentro del polígono de trabajo.

Promedio de NDVI para cada período analizado en cada uno de los polígonos correspondientes a los ingenios dentro del polígono en estudio.

Media NDVI por polígono				
NDVI	ID 20000	ID 20001	ID 20002	ID 20003
9 al 24 de mayo	0.43	0.40	0.48	0.43
25 de mayo al 9 de junio	0.41	0.41	0.49	0.44
10 al 25 de junio	0.32	0.57	0.49	0.46
26 de junio al 11 de julio	0.53	0.67	0.76	0.63



CONTRIBUCIÓN AL LLENADO DE PRESAS

Las presas dentro del área de influencia del proyecto tienen una capacidad de almacenamiento de 1,714.54 hm³ de agua, los cuales en su mayoría son destinados a agricultura. Al inicio del proyecto, el 25 de mayo, se encontraban al 73.9% de su capacidad. Para el 27 de junio (una vez concluidos los vuelos) registraron 1,936.23 hm³; esto es el 111.4 %, superando por lo tanto su capacidad máxima de almacenamiento.

CONTRIBUCIÓN A LA MITIGACIÓN DE SEQUÍA

Los mapas nacionales publicados por el Monitor de la Sequía en México muestran que para la fecha en que inició el proyecto, el 15 de mayo de 2025, se presentaba en el 15.7 % del polígono la categoría D1 sequía moderada y en el 48.8 % la categoría D0 (anormalmente seco). Para finales del proyecto (30 junio 2025), según datos de la CONAGUA con el Monitor de la Sequía, la categoría en el área del proyecto cambió a SIN SEQUÍA.

Período	SS	D0	D1	D2	D3	D4	INTENSIDAD DE SEQUÍA
Porcentaje de área (%) al 15 de mayo de 2025	35.34	48.89	15.77	0.0	0.0	0.0	Sequía excepcional Sequía extrema Sequía severa Sequía moderada Anormalmente seco SIN SEQUÍA
Porcentaje de área (%) al 30 de junio de 2025	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Fuente: Monitor de Sequía en México/ Servicio Meteorológico Nacional



Tasa de precipitación media diaria dentro del polígono de trabajo, área de influencia y área externa

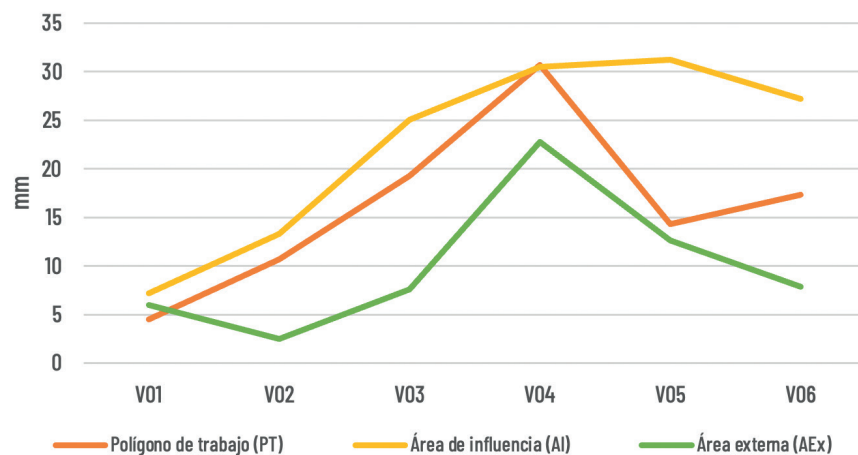


Figura 6. Gráfica que muestra la tasa de precipitación media diaria en las fechas en las que se realizaron los vuelos, dentro del polígono de trabajo, en el área de influencia y en el área externa; donde se hace evidente la mayor precipitación en el área trabajada.

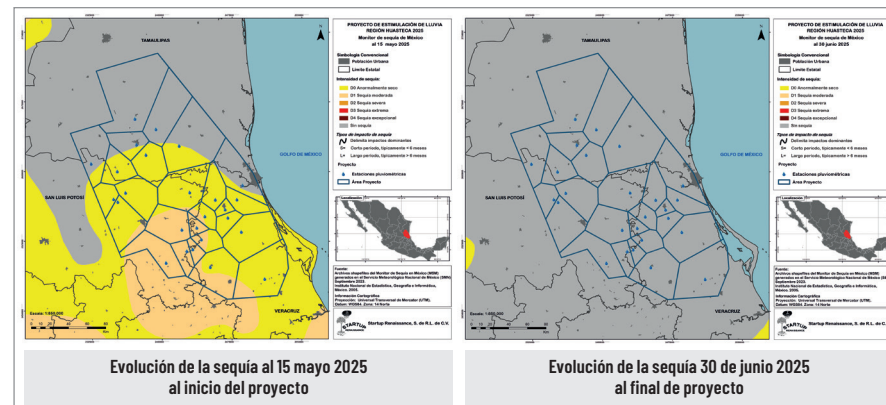


Figura 7. Se muestra la evolución de sequía durante el inicio y final del proyecto. (Archivos shapefiles del Monitor de Sequía en México (MSM)) generados por el Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN).

RESUMEN DE RESULTADOS

- El Proyecto de Estimulación de Lluvia cumplió con todos los objetivos, tanto general como específicos. De acuerdo con la información de Sensores Remotos, los días que se voló se logró un incremento del 39.04% sobre lo pronosticado para lluvias naturales en los polígonos de Thiessen donde se asperjó Rainmate®, registrando 3,088.93 hm³ acumulados precipitados dentro del polígono de trabajo. Al inicio del proyecto el 64.5% del área de trabajo presentaba condiciones de sequía, situación que se logró revertir con los primeros vuelos de estimulación. Posteriormente, a mediados de junio el ingreso no previsto de diversos frentes atmosféricos ocasionó un exceso de precipitaciones y humedad en el suelo, que de mantenerse dañaría los cultivos; razón por la cual los vuelos se suspendieron a partir del 24 de ese mes.
- Entre los objetivos específicos, la condición de la vegetación mostró valores del NDVI en el rango de humedad apropiada para los cultivos (rango entre 0.53 y 0.76), por lo que se puede decir que al momento de la suspensión del proyecto la caña de azúcar se encontraba en buen estado, deduciendo que gracias a la Estimulación de Lluvias el desarrollo fenológico de las plantas no se interrumpió. El almacenamiento de obras hidráulicas llegó al 111.4%, con un incremento en la capacidad de almacenamiento de 651.418 hm³ (37.5 %). El volumen precipitado en las trayectorias +viento llegó a 897.5 hm³, que representa el 51.6% de la capacidad de almacenamiento de las obras hidráulicas, en sólo seis vuelos. Asimismo la sequía existente que cubría un 64.5% de la superficie quedó neutralizada. Todo esto nos demuestra el éxito del proyecto.
- Una vez más, es sumamente satisfactorio haber logrado estos incrementos en las precipitaciones, respecto a los pronósticos de lluvias naturales; más aún cuando persistía la condición de sequía en el área. También se destaca la visión y organización de los ingenios y productores de caña quienes se encontraban preparados para hacer frente a los pronósticos de sequía, contando con el proyecto de Estimulación de Lluvias. Nuestra más sincera felicitación y agradecimiento por permitirnos apoyarlos.



PROYECTOS DE ESTIMULACIÓN DE LLUVIAS 2025



■ **Martín
Máynez Chavarría**
COORDINADOR



■ **Víctor Alfonso
Torres Sánchez**
ASESOR DE VUELOS



■ **Luis Daniel
Máynez Alcalá**
OPERADOR DE REACTIVO

VALLE DEL ELQUI, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE

En línea con las operaciones de 2024, este Proyecto 2025 se realizó nuevamente en coordinación con la Junta de Vigilancia de Río Elqui (JVRE). El objetivo fue revertir la condición de bajas precipitaciones que inició en 2010, por lo que a través de la Estimulación de Nubes se buscó aumentar la precipitación tanto en forma de lluvia como nival en la Cordillera de los Andes, ya que ésta representa un reservorio de agua para la región durante la temporada de verano. El área de trabajo fue la misma de 2024, que abarca la Cuenca Hidrológica del Río Elqui con una superficie de 972,922.73 ha, en la Región de Coquimbo, Chile (Figura 1).

El proyecto inició el día 16 de junio y culminó con el último vuelo el día 18 de agosto de 2025, pudiéndose realizar 5 aplicaciones de Rainmate®.

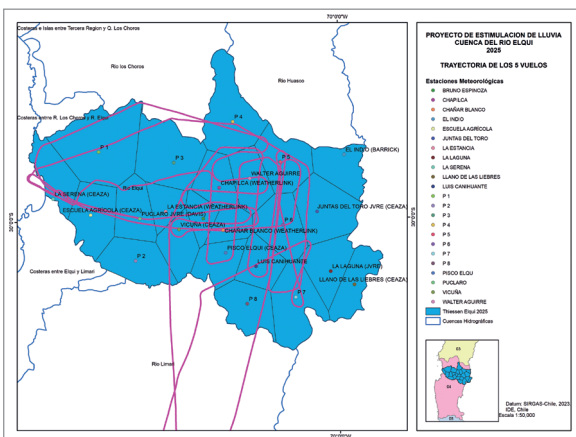


Figura 1. Mapa de localización del proyecto con las trayectorias de los 5 vuelos.



Con relación a los vuelos, se destaca que para este proyecto Startup Renaissance realizó su primer vuelo nocturno de operaciones el día 27 de Julio de 2025 (V01).



Se realizaron 5 vuelos de estimulación.

Distancia efectiva recorrida dentro del polígono de trabajo

1,951 km

Superficie cubierta dentro del polígono de trabajo

58,530 km²

Reactivo Rainmate® aplicado

500 lt

Lámina precipitada acumulada durante los días de vuelo en la totalidad del polígono:

144,535 millones de m³

Incremento logrado entre lo precipitado contra lo pronosticado los días de vuelo, con base en sensores remotos en áreas sobrevoladas + efecto del viento:

113.45%



PRECIPITACIÓN

Para el análisis de precipitación se propusieron tres casos: Caso 1) **Polígono total**, que considera a todos los pluviómetros en el área del polígono. Caso 2) **Trayectoria de vuelo**, que considera sólo los pluviómetros bajo la trayectoria del avión durante la aplicación. Caso 3) **Trayectoria + viento**, que corresponde a los pluviómetros en la trayectoria, más aquellos que estuvieron en la dirección del viento cuando se liberó el reactivo Rainmate®.

Ya que el área de trabajo se caracteriza por ser un terreno accidentado y de gran extensión, no es posible contar con una red densa de estaciones en tierra, dificultando la operación y la oportuna transmisión de datos. Por este motivo, para el análisis del incremento de precipitación atribuible a la estimulación, se proponen dos escenarios:

Escenario 1. Agua registrada sólo en estaciones en tierra, con lecturas puntuales del sitio donde se ubica la estación.

	Pronóstico acumulado	Acumulado en pluviómetros	% EFICACIA
Polígono Total	297.30	425.50	143.12
Trayectoria de vuelo	116.70	249.10	213.45
Trayectoria de vuelo + viento	116.70	249.10	213.45

Estas estaciones cubren el 41.74 % de la superficie total del polígono de trabajo, teniendo muy baja presencia en la Cordillera Andina.



Escenario 2. Registro de agua solo mediante mediciones de sensores remotos.

	Pronóstico acumulado	Acumulado en pluviómetros	% EFICACIA
Polígono Total	386.2	3,386.0	876.76
Trayectoria de vuelo	116.7	1,119.5	959.31
Trayectoria de vuelo + viento	116.7	1,119.5	959.31

Se toman puntos aleatorios dentro de cada polígono de Thiessen y se determina el promedio precipitado en dicho polígono.

Estos puntos cubrieron el 100 % de la superficie del polígono de trabajo.



En los dos escenarios se observa un mayor volumen precipitado (acumulado) respecto a lo pronosticado, alcanzando un **113.45%** sobre lo pronosticado en el área sobrevolada, tomando en cuenta el efecto del viento.

Sin embargo, sobre la base de mediciones satelitales de nieve (calculada a agua), se obtuvo un incremento del **859.3%**



PRECIPITACION NIVAL

La nieve medida por Sensores Remotos (plataforma satelital GPM-3IMERGDLv07), muestra un aumento progresivo dentro del polígono de trabajo conforme se realizaron los cinco vuelos de estimulación, registrándose una ganancia acumulada de 366.6 hm³. Esto representa un incremento en más de 7 veces la cantidad de nieve en el período comprendido del 26 de julio al 19 de agosto.

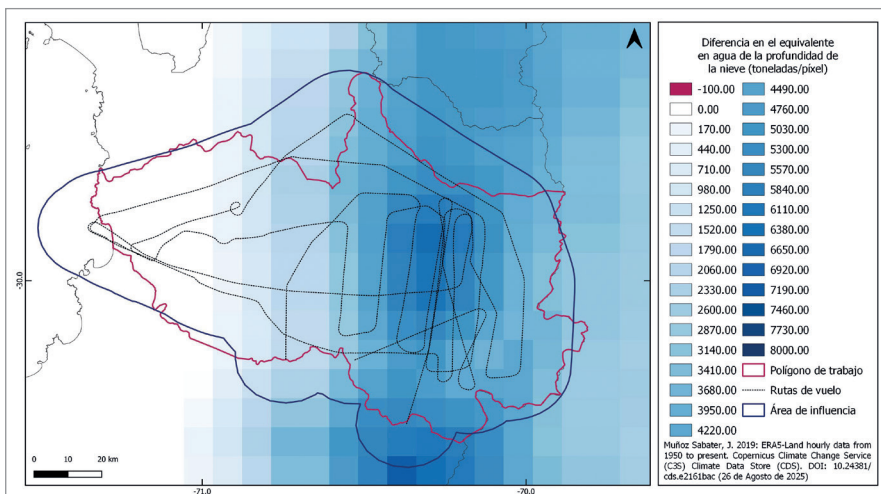


Figura 2. El color azul más intenso indica la ganancia de agua equivalente en nieve.

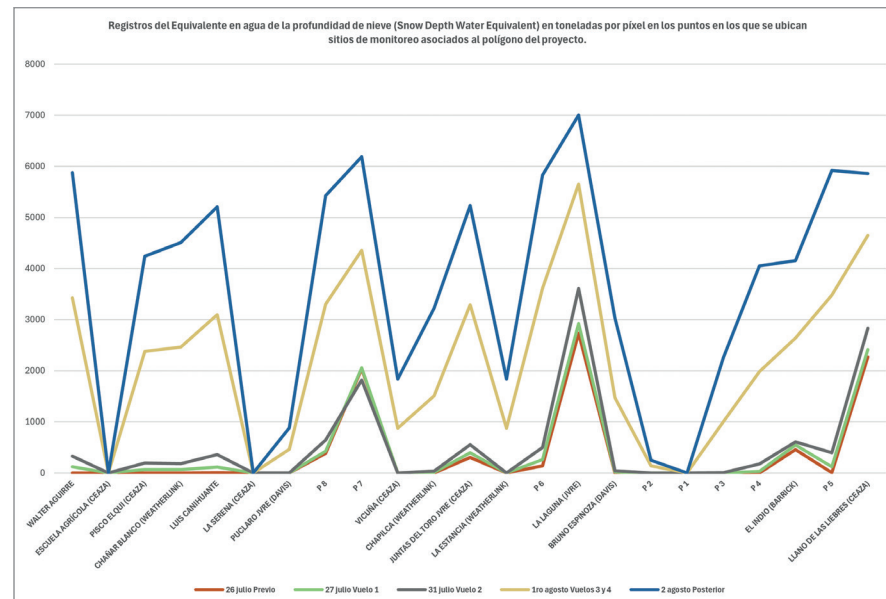


Figura 3. Registro del aumento de nieve acumulada en los puntos en los que se ubican sitios de monitoreo asociados al polígono del proyecto. Al final de los vuelos, se apreció un incremento importante en la cantidad de nieve acumulada (línea superior en azul).



EVOLUCIÓN EN LA COBERTURA DE NIEVE

Los resultados de la nieve en las estaciones meteorológicas reportaron registros los días en que se voló, y en los cuales se presentaron nevadas sobre 142,134.66 ha.

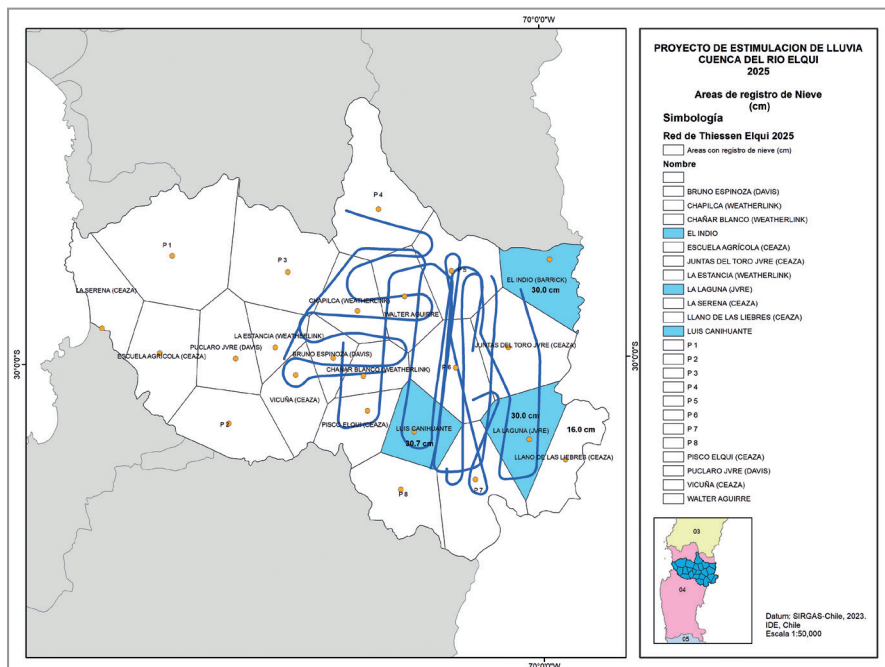
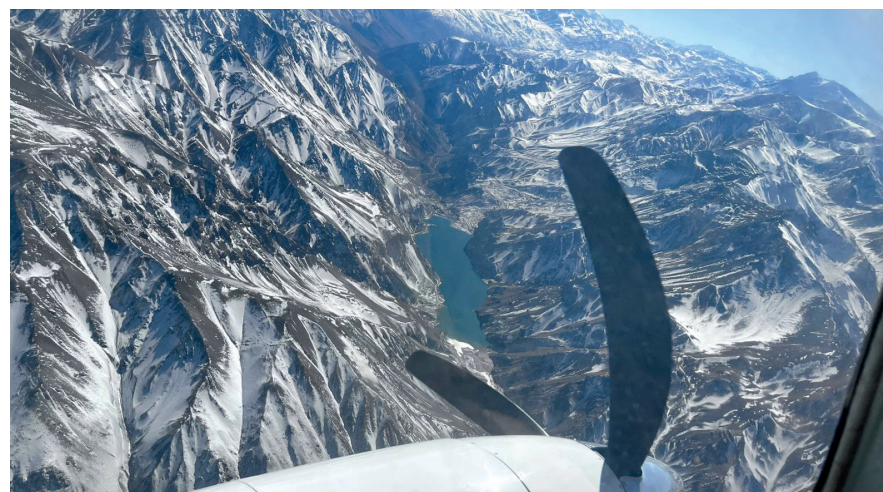


Figura 4. Mapa de localización del proyecto con las trayectorias de los 5 vuelos.



Estación	Total de nieve precipitada por estación (cm)
Luis Cahuinante	30.7
Llano de las Liebres	16.0
El Indio	30.0
La Laguna	35.0

Estos son resultados de estaciones terrestres oficiales; sin embargo existen otros puntos de medición alternos, por ejemplo, uno de ellos en La Laguna, donde al 4° vuelo se acumularon 55 cm de nieve, dato que no incluimos en nuestras estadísticas al no provenir de fuentes oficiales.



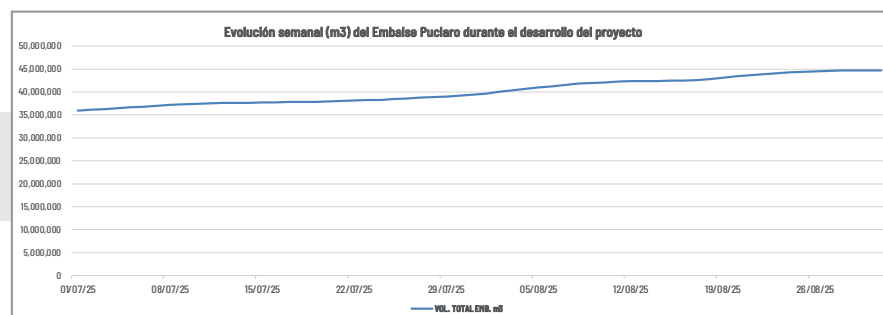
EMBALSES

Durante el desarrollo del proyecto, en el embalse La Laguna se observó siempre una tendencia al incremento, siendo más notorio a partir del último vuelo y unos días posteriores, lo que obviamente indica el derretimiento de la nieve acumulada durante los vuelos.



Figura 5. Evolución semanal (m^3) del embalse La Laguna durante el desarrollo del proyecto. Respecto al embalse Puclaro, también se observa una marcada tendencia al incremento del volumen durante el desarrollo del proyecto y en los días posteriores. Antes del primer vuelo la tasa de aumento mostraba una pendiente muy ligera, sin embargo a partir de ese vuelo se incrementó.

Figura 6. Evolución semanal (m^3) del embalse Puclaro durante el desarrollo del proyecto.



RESUMEN DE RESULTADOS

- Los incrementos logrados sobre la precipitación natural pronosticada fueron altamente significativos. El pronóstico promedio acumulado por estación fue de **16.79 mm para los 5 vuelos**, obteniéndose una precipitación acumulada promedio de **147.21 mm por estación**, de acuerdo a los promedios de lecturas de cada polígono de Thiessen, lo que significa **8 veces lo pronosticado**.
- El comportamiento de la nieve precipitada, según imágenes de satélite, muestra que los efectos se registraron **dentro de la cuenca de interés**, por lo que los vuelos estuvieron bien diseñados considerando las alturas, velocidad y dirección del viento. Por otra parte, la precipitación lluviosa registrada en agosto superó la media histórica.
- El volumen de nieve precipitado en la cuenca **fue mayor de 366 hm³**, contabilizado tanto por plataformas satelitales como la estimación de la cobertura de nieve. Estos volúmenes pueden compararse con la capacidad total de almacenamiento de los dos embalses que es de **250 hm³**, lo que representa una gran expectativa para la restauración de los niveles de almacenamiento de ambos embalses. Si bien la

recuperación de estos embalses se está dando lentamente, las reservas de nieve al final del proyecto pronostican una recuperación por arriba de la mitad de su capacidad de almacenamiento, lo que según cálculos de la Junta de Vigilancia del Río Elqui alcanzaría a cubrir el ciclo de riego 2026, obviamente bajo una cuidadosa distribución.

- Las operaciones de estimulación de nieve sobre la Cordillera Chilena representa para nosotros un gran reto, sobre todo por las elevadas cúspides, la peligrosidad en las corrientes de viento y la fugacidad de los eventos meteorológicos que deben ser aprovechados con exactitud cronométrica. Al igual que en 2024, nuestro equipo interdisciplinario diseñó meticulosamente cada vuelo, en conjunto con los pilotos chilenos de gran pericia y experiencia.
- Es altamente motivante sumarse a los esfuerzos de la Junta de Vigilancia del Río Elqui por llevar el preciado líquido a su región, en donde la implacable aridez hace que cada gota valga oro. Aquí, cada milímetro de agua arrancado a una nube es un impulso para nosotros y nuestra tecnología. ☁

PROYECTOS DE ESTIMULACIÓN DE LLUVIAS 2025



ECU-5 PRIMERA ETAPA



■ Martín
Máñez Chavarría
COORDINADOR



■ Carlos
Carbajal Hernández
SUPERVISOR DE VUELOS



■ Luis Daniel
Máñez Alcalá
OPERADOR DE REACTIVO



■ Ma. de la Concepción
García Aguilar
AUXILIAR EN INFORMÁTICA

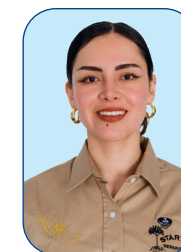


■ Luis
García Saavedra
COORDINADOR

ECU-5 SEGUNDA ETAPA



■ Brian Enrique
Ávila Ortega
OPERADOR DE REACTIVO



■ Pamela
García Aguilar
AUXILIAR EN INFORMÁTICA

REGIÓN ANDINA, SUDAMÉRICA

Por segundo año consecutivo se llevó a cabo el Proyecto de Estimulación de Lluvias en esta porción Sudamericana, donde el agua embalsada es primordial para la generación de electricidad; proceso que se ha visto afectado por el Cambio Climático y la consecuente precariedad de precipitaciones. El objetivo principal ha sido, a través de esta estimulación, elevar y mantener el nivel de los embalses para su eficiente turbinado, evitando así paros en la generación y suministro eléctricos que afectan gravemente a la ciudadanía y generan pérdidas económicas millonarias.

Las operaciones se llevaron a cabo dentro de un polígono de 981,392.81 ha que abarca regiones y cuencas que convergen en el radio de influencia de importantes hidroeléctricas.

Se realizaron 73 vuelos en el proyecto ECU5, en dos periodos: 38 vuelos entre los días 07 de enero al 15 febrero, y 35 vuelos del 24 de agosto al 31 de diciembre. La superficie sobrevolada acumuló un total de 604,560 km².

Se realizaron 73 vuelos de estimulación.		
Distancia efectiva recorrida dentro del polígono de trabajo	Superficie cubierta dentro del polígono de trabajo	Reactivo Rainmate® aplicado
40,843 km	604,560 km²	7,300 lt
Lámina precipitada acumulada durante los días de vuelo en la totalidad del polígono:	Incremento logrado entre lo precipitado contra lo pronosticado los días de vuelo, con base en sensores remotos en áreas sobrevoladas + efecto del viento:	
3,283 millones de m³	38.95%	



PRECIPITACIÓN

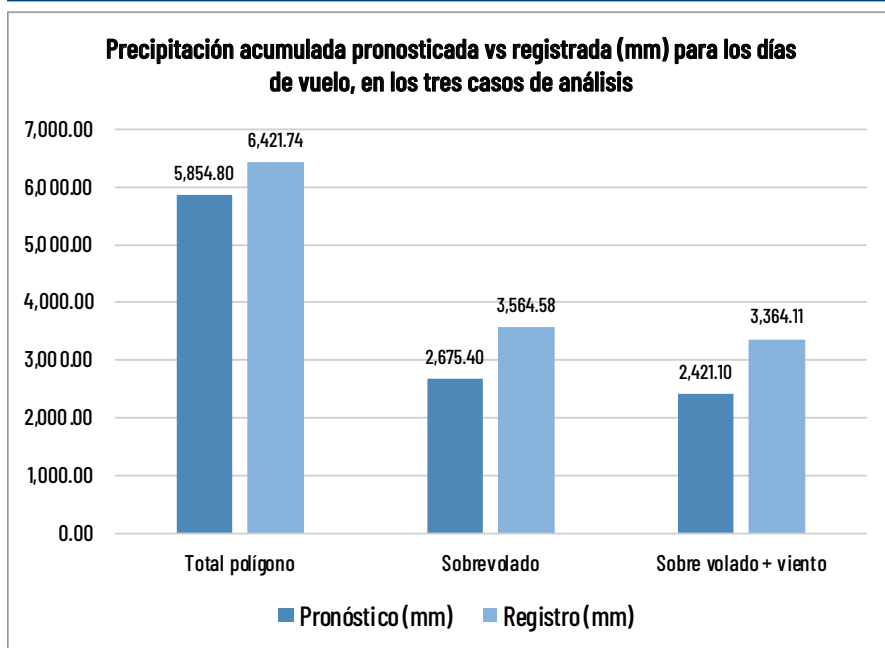
La topografía compleja del área no permite la instalación de pluviómetros en la zona de trabajo debido a lo inaccesible del terreno y a la baja densidad de población residente, por lo que se usó información generada por sensores remotos (satélites) para estimar la precipitación.

	Pronóstico acumulado	Acumulado en pluviómetros	% EFICACIA
Polígono Total	5,854.80	6,421.74	109.68
Trayectoria de vuelo	2,675.40	3,564.58	133.24
Trayectoria de vuelo + viento	2,421.10	3,364.11	138.95





Se obtuvo un incremento en lluvia de **38.95%** sobre el pronóstico en las áreas sobrevoladas más la influencia del viento, los días de vuelo; haciendo evidente el efecto del reactivo en las áreas atendidas directamente.



Según resultados del análisis de sensores remotos, el polígono de trabajo y el área de influencia tienden a presentar valores de precipitación más altos en comparación con el área externa, lo que sugiere el efecto positivo de la estimulación de nubes.

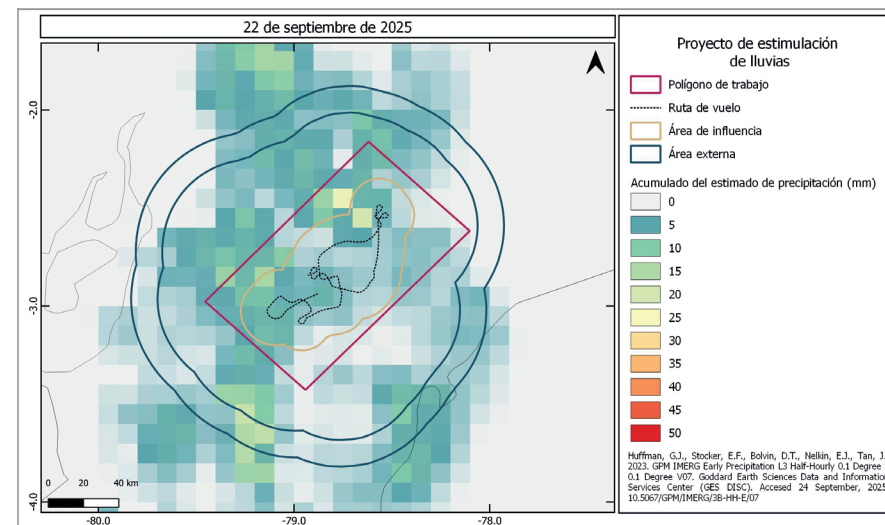
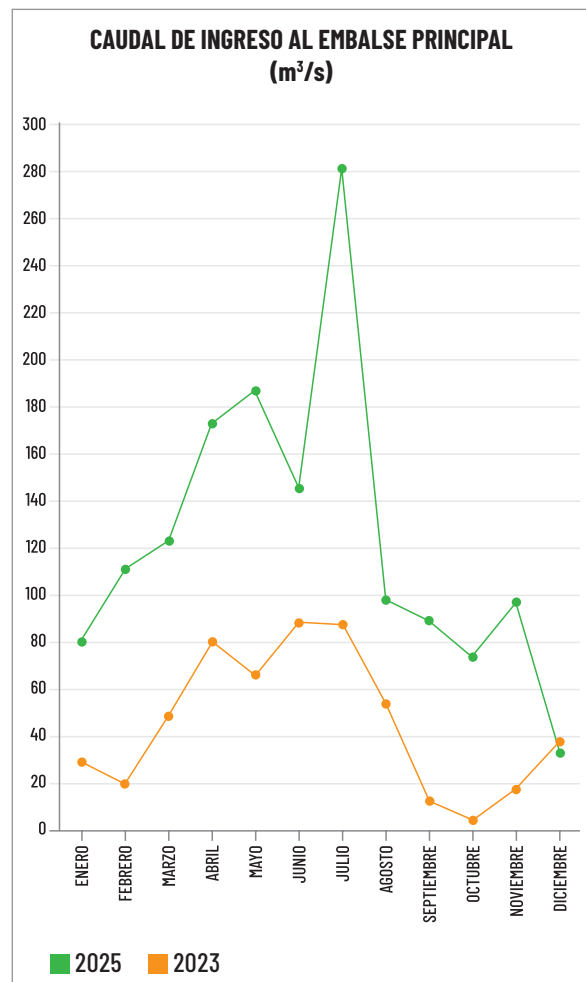
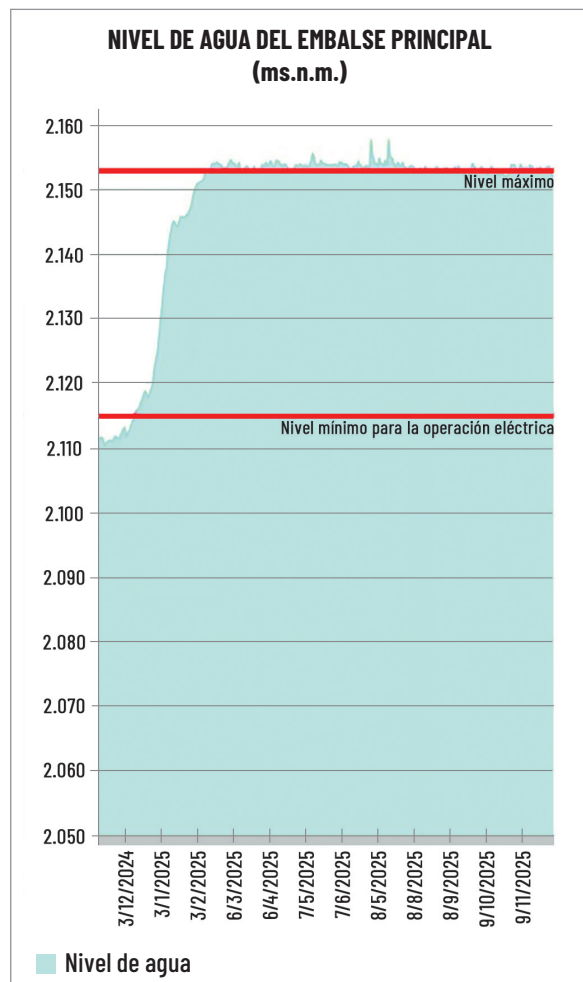


Figura 1. Imagen de precipitación (mm) para el vuelo del 22 de septiembre 2025.

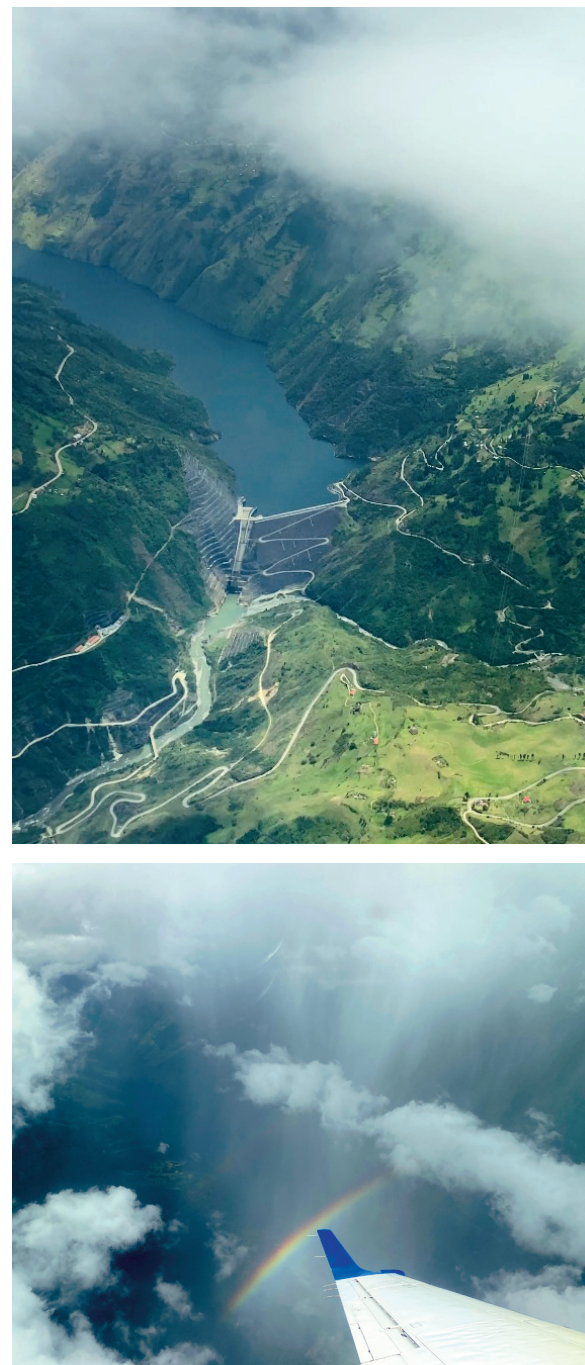


EMBALSES

El embalse principal para la generación eléctrica en esta región y cuya cuenca ha sido prioritaria en la estrategia estimulación, fue recuperando gradualmente su volumen de agua hasta estabilizarse conforme avanzó el proyecto, aún y cuando hubo algunos altibajos debidos a la inconsistencia en la presencia de conglomerados nubosos, además de una extracción casi permanente de agua para la generación de electricidad. La exitosa recuperación del embalse permitió generar un suministro de energía constante y suficiente hacia la población.

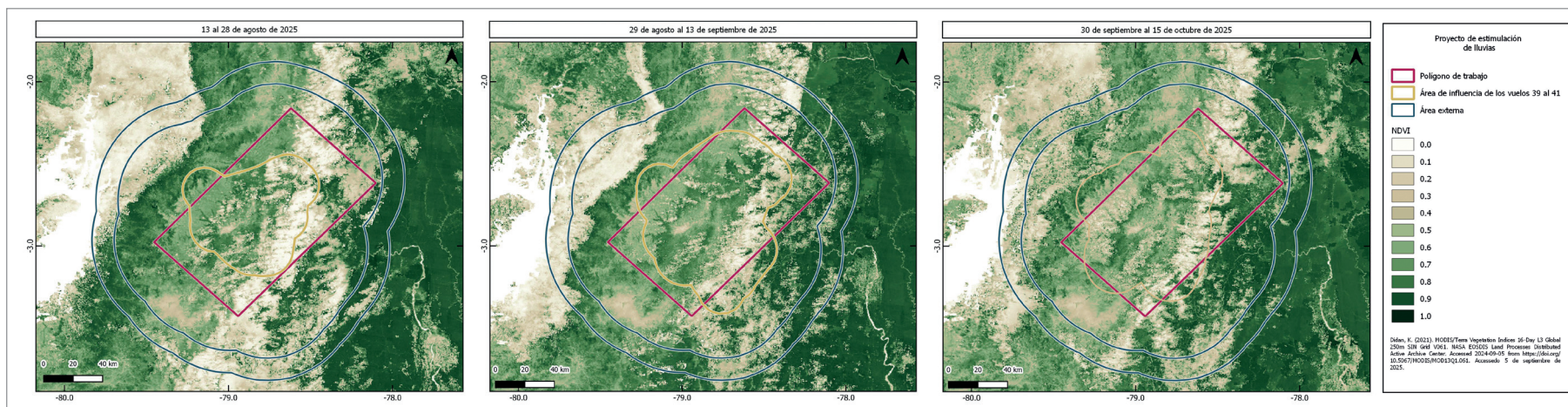


Con base en los datos obtenidos desde el organismo operador de electricidad local, se elaboraron estas dos gráficas del embalse principal; tanto de su caudal de ingreso como del nivel del agua embalsada durante el desarrollo del proyecto 2025. En la gráfica izquierda se puede observar un claro incremento del nivel embalsado, a partir del inicio de los vuelos de estimulación; mientras que en la gráfica derecha se aprecia una gran diferencia entre los caudales de ingreso en 2023 (cuando no existía el proyecto) y los de 2025.



SENSORES REMOTOS / ÍNDICE DE VERDOR (NDVI)

El valor del NDVI muestra una tendencia positiva en las tres áreas que se comparan en relación con las áreas que no se estimularon. Estos valores de NDVI (0.5), indican buena cobertura y biomasa vegetal como resultado de una mayor precipitación.



RESUMEN DE RESULTADOS

- Se cumplió exitosamente con el objetivo de incrementar las precipitaciones en la temporada seca de la región, lo cual quedó evidenciado en el aumento de volumen en los principales embalses, y su estabilización. Esto sin duda fue clave para mitigar los efectos de una temporada de lluvias deficiente que casi provocó el abatimiento de los cuerpos de agua y serios problemas en la generación eléctrica, sin mencionar los demás impactos.
- Gracias a la Estimulación de Lluvias y a la administración eficiente del agua embalsada, las plantas generadoras de electricidad alcanzaron gradualmente los niveles óptimos de operación, lo que evitó cortes eléctricos hacia la población y las consecuentes pérdidas millonarias, además del grave impacto social.
- Los resultados obtenidos mediante Sensores Remotos para los dos indicadores evaluados (NDVI y precipitación), se vieron favorecidos de manera general por las operaciones de estimulación, ya que se observó un efecto positivo en la precipitación dentro de las áreas de trabajo e influencia; reflejándose claramente en un aumento significativo del NDVI dentro de estas áreas.
- Para Startup Renaissance es altamente satisfactorio contribuir en cualquier parte del planeta, por medio de la Estrategia de Estimulación de Lluvias, a enfrentar los graves problemas que el Cambio Climático está suscitando; como ha sucedido en esta región sudamericana. ☁



PRESENTACIÓN

STARTUP RENAISSANCE S. de R.L. de C.V. es una empresa tecnológica que presta servicios integrales de Estimulación de Lluvia, o Siembra de Nubes. La tecnología utilizada está reconocida dentro del área de **Modificación del Tiempo Atmosférico**, que tiene como objetivo principal incrementar la precipitación (Flossmann, et al. 2018)¹.

Las operaciones requieren necesariamente la presencia de nubes, las cuales están formadas por diminutas partículas de agua y/o cristales de hielo que para que puedan precipitar, ya sea en forma de gotas, copos (nieve) o granizo; deben encontrar las condiciones ambientales propicias para iniciar un cambio de fase. De acuerdo con científicos de la atmósfera, la precipitación requiere la participación de agentes denominados **Núcleos de Condensación de Nubes** (CCN por Cloud Condensation Nuclei), o Partículas de Nucleación de Hielo (INP, por Ice Nucleating Particles) que inducen la precipitación sólida (nieve).

Nuestra tecnología usa un agente nucleante, que es el yoduro de plata, contenido en un solvente polar. Este agente hace el efecto de los aerosoles naturales en la atmósfera que inducen la precipitación. Como tal, el resultado **incrementa esa precipitación**, siendo esto nuestro objetivo principal.

La concepción del proceso, a partir de los principios básicos desarrollados por Langmuir, Schaefer y Vonnegut, pero con una aplicación operativa que rompe con la condición de un medio frío en la atmósfera, nos ha permitido romper las barreras de la temperatura -y de este modo y a partir de nuestra molécula de yoduro de plata- detonar el proceso de coalescencia y con ello la precipitación en nubes calientes, típicas de los desiertos mexicanos en condiciones de verano. ☁

¹Flossmann, Andrea; Michael J. Manton; Ali Abshaev; Roelof Bruintjet; Masataka Murakami; et al. Peer Review Report on Global Precipitation Enhancement Activities [Research Report] WMO. 2018. Hal--01917801.



NUESTRA HISTORIA

A mediados de la década de los setenta, Manuel Menéndez desarrolla los principios de una nueva forma de aplicar el yoduro de plata a las nubes, con fines de estimulación de lluvias; diferente a las tecnologías de la época basadas en quemadores y bengalas como medios de liberación de la molécula. Esta nueva metodología consistía en aplicar el yoduro de plata a través de una solución líquida y volátil que permite una dispersión de las moléculas de forma nítida y óptima, para iniciar el proceso de coalescencia con la humedad de las nubes.

En 1977, Alejandro Trueba se incorpora al proyecto, principalmente para desarrollar la mecánica operativa de aplicación del reactivo en las nubes, evaluar la reacción y diseñar las rutinas de su liberación; no solo buscando propiciar la detonación de la lluvia sino también para definir los procedimientos en que la precipitación sucediese dentro de las áreas objetivo, lo que ahora denominamos el polígono de trabajo.

El primer proyecto que se realizó fue en Iowa, EUA en 1977. Esa acción valió para aperturar el mercado nacional en contratos con los principales estados de las zonas áridas de México, abriendo una no muy organizada línea de acción que se mantuvo hasta el año 2000 y de la cual no quedaron vestigios ni testimonios. La formulación presentaba diversas inconsistencias en comparación con la que se vendría a utilizar en la presente época. Los equipos de aspersión eran rudimentarios y poco eficientes; y finalmente los resultados se diluyeron con el paso del tiempo.

En el año 2021, con la experiencia guardada y una formulación por mejorar, nace **STARTUP RENAISSANCE**



APLICACIONES DE NUESTRA TECNOLOGÍA

Desde sus inicios en la época moderna (2021), STARTUP RENAISSANCE se ha abocado a poner bajo permanente escrutinio la tecnología con que inició operaciones en el año de 1977, en un proceso de Mejora Continua que ha hecho muy eficientes sus elementos estructurales: Primero, la reinención de la formulación para *Estimulación de Lluvias*, bajo el sustento de los principios básicos en que se fundamenta el proceso detonante de precipitación en nubes calientes del verano del desierto mexicano. Luego, la infraestructura de tanques operativos no contaminantes y con un diseño adecuado para su operación en el interior de las aeronaves; eficientes y seguros para los técnicos operadores, y que garantizan la expulsión/dosificación del reactivo en las condiciones óptimas de tamaño, presión y temperatura para los cuales se diseñó nuestra formulación.

Después se creó un protocolo de aptitud para la selección de los aviones de trabajo, algo que es fundamental para la adecuada dispersión de nuestra formulación. La aeronave debe tener características que procuren la óptima movilidad dentro de las nubes, ser rápida y robusta para garantizar la seguridad de sus ocupantes y cubrir amplios polígonos de trabajo. Debe estar equipada con el instrumental y accesorios externos que permitan en todo momento ubicarse geográficamente por donde se transita y se libera el reactivo, además de permitir conocer las características principales del clima exterior.

También se estructuró un equipo multidisciplinario para diseñar minuciosamente cada Proyecto de Estimulación de Lluvias, esto incluye la detección de condiciones propicias para la estimulación, la ubicación temporal y espacial de los conglomerados nubosos a través de un sistema de monitoreo meteorológico permanente; la estrategia de abordaje de nubes, rutas y tiempos de vuelo para ubicar los mejores conglomerados, cálculo de las direcciones del viento, realización de los trazos adecuados sobre el polígono buscando dar la mayor cobertura posible, etc. Todo esto y nuestros excelentes resultados en la estimulación de nubes (Cloud Seeding) nos haría acreedores en 2024 de nuestro primer premio internacional, otorgado en la ciudad de Dubai a la "EXCELENCIA EN EL SEMBRADO DE NUBES".



Nuestro desempeño y avance en estos primeros cinco años de trabajo han sido exitosos, consolidando un servicio de *Estimulación de Lluvias* con resultados muy positivos en ambientes cada vez más disímiles y con objetivos distintos; desde las zonas desérticas y semidesérticas de México hasta condiciones tropicales y subtropicales de la América del Sur y zona montañosa de Los Andes. Con objetivos ya no solo de mitigación de la sequía para la agricultura y la ganadería, sino también para el combate de incendios forestales, llenado de presas y embalses con fines de consumo humano, industrial, riego y generación de energía eléctrica.

El punto más vulnerable del servicio que prestamos ha constituido su evaluación y eventualmente el reconocimiento que merece para ser aceptado como una tecnología emergente, robusta y eficaz para la estimulación de nubes. Hemos obtenido resultados contundentes para quien tiene la apertura a verlos, ya sea desde el avión de trabajo, o desde los registros de lluvia de pluviómetros, o bien, a través del análisis espectral de imágenes de satélite. Para la evaluación de los impactos de nuestros proyectos hemos usado información satelital como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que nos han permitido evaluar la condición de humedad de la vegetación del área objetivo, o verificación de datos en tierra a través de estimaciones de volúmenes de precipitación desde plataformas satelitales.

Más complicado resulta justificar nuestra tecnología bajo la lupa científica, cuando ésta va de la mano de quienes establecen para su validación procedimientos sumamente complicados con equipos y metodologías inaccesibles incluso para ellos. Sobre este tema tenemos ya una agenda que hemos comenzamos a desarrollar.



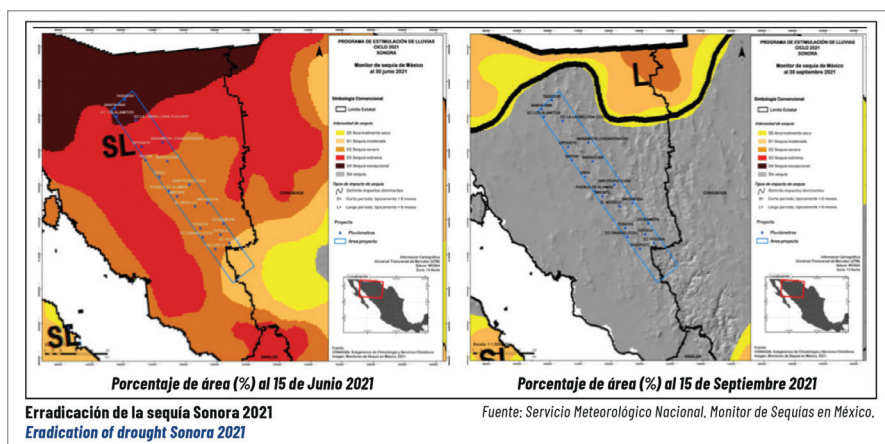
La planeación es una parte muy importante, por lo que cada proyecto es tratado individualmente. Es necesario conocer el objetivo principal de cada uno de ellos, a saber:

- Mitigación de la sequía con fines de productividad agropecuaria.
- Generación de escurrimientos superficiales para abastecimiento de agua a presas y embalses, dentro de estos, la operación del suministro y otros objetivos periféricos.
- Mitigación y prevención de incendios forestales.

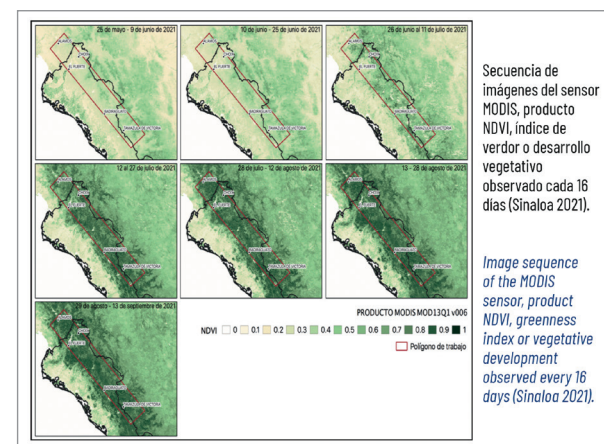


PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA

Son proyectos mayoritariamente desarrollados en México, donde la Unidad Contratante determina la zona objetivo donde se requiere incrementar la disponibilidad de agua de lluvia precipitada *in situ*, definiéndose para ello un Polígono de Trabajo. Por razones obvias el proyecto se desarrolla en el periodo de lluvias que coincide con el periodo fenológico de los cultivos, en el caso de la agricultura de temporal; el crecimiento de las plantas de agostaderos y eventualmente el escurrimiento a presas o bordos en la proximidad del polígono. **El perfil general de este tipo de proyectos es por hasta 20 vuelos o por hasta tres meses de duración** (lo que suceda primero).



La experiencia acumulada nos ha arrojado resultados muy positivos en la mitigación de la sequía. Una forma de comprobarlo es a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) el cual se compara entre el interior del polígono trabajado, contra el exterior de este. Otro medidor es el Monitor de Sequías de la Comisión Nacional del Agua, que muestra en forma periódica la evolución de sequía. Una más es con el desarrollo de los cultivos agrícolas, pastos y agostaderos, o incluso y aunque no se toma en cuenta para la estadística de resultados, a través de los testimonios de quienes habitan en las áreas de estimulación y que manifiestan cómo empieza a llover minutos después del paso del avión de trabajo. Por lo que respecta al impacto en la captación de agua en presas y embalses, este se observa variable en virtud de que el polígono de trabajo pueda no coincidir con el entorno de la cuenca donde se ubican dichos embalses, o solo cubra una porción de la misma.

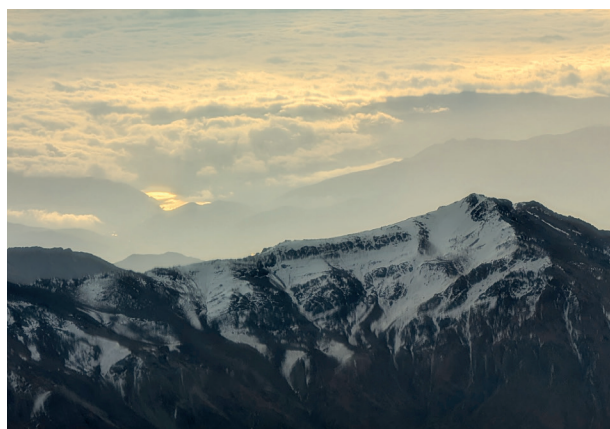


Bajo estas premisas consideramos que el esquema operativo desarrollado en estos años, con su infraestructura y estrategia específicas, es en términos generales el apropiado; aunque bajo nuestra visión de **mejora continua** siempre estamos abiertos a posibles ajustes, como por ejemplo el considerar más o menor cantidad de vuelos, o aumentar el periodo de un proyecto específico en virtud de los periodos de siembra y cosecha o el tipo de cultivos, sean estos de mayor duración o perennes, o bien ciertas condiciones especiales que demande la Unidad Contratante.

PROYECTOS BAJO CONDICIONES EXTREMAS DE ESCASES DE OPORTUNIDADES PARA LA ESTIMULACIÓN DE LLUVIAS

En el caso del Proyecto del Norte de Chile, Región de Coquimbo o norte chico; hemos tenido la experiencia en los años 2024 y 2025 de realizar solo 5 vuelos de Estimulación de Lluvias en cada caso, aprovechando las escasas oportunidades atmosféricas que ofrece la región, sin embargo podemos asegurar que aún en tales circunstancias el Proyecto ha sido rentable para ellos, considerando los volúmenes extra de agua ingresados en sus embalses La Laguna de 39.2 Hm³ y Puclaro de 200 Hm³ a través de los escurrimientos de lluvia directa o nieve. Es oportuno mencionar que, analizando los registros históricos de lluvia de los últimos años, consideramos **posible realizar entre 8 o 9 vuelos de Estimulación de Lluvias**, abriendo un período de cinco meses de vigilancia remota de las condiciones atmosféricas del área.

Es de considerar que la permanencia local de un avión de trabajo durante todo este tiempo podría ser bastante onerosa debido al pago diario de pernотas, sin embargo con una planificación adecuada basada en los pronósticos meteorológicos y una conveniente negociación, la aeronave se podría requerir únicamente para intervenir durante los eventos atmosféricos puntuales. Ello abriría a los clientes la posibilidad económica de sufragar un proyecto de 8 o 9 vuelos aumentando también las posibilidades en el incremento de precipitaciones, lo cual haría aún más rentable el Proyecto.



PROYECTOS BAJO NECESIDADES PERMANENTES DE INGRESO DE ESCURRIMIENTOS AL EMBALSE

El Proyecto de la Región Andina, zona septentrional de Los Andes, tiene como objetivo suministrar agua de escurrimientos a un sistema de embalses (presas) de almacenamiento de 410 Hm³ empleado para la generación de energía eléctrica. Aunque las condiciones de nubosidad en la región permiten lluvias prácticamente todo el año, la demanda energética es tal, que de no llover en 24 días el nivel del embalse principal bajaría hasta la cota mínima operable, debido a la alta extracción diaria que se requiere para abastecer la demanda de electricidad. Esto por lo tanto, obliga a que durante los periodos del Proyecto de *Estimulación de Lluvias* se vuele sobre el Polígono de trabajo lo más regularmente posible y así provocar los escurrimientos suficientes para mantener el nivel de agua en un punto operativo y preventivo satisfactorio, evitando el desabasto de energía eléctrica.



Con este perfil de proyecto la necesidad de estimulación es muy alta, lo que demanda no solo diseñar una operación con vuelos continuos durante casi todo el año y establecer una estrategia de cotas mínimas y máximas en los embalses que deben cuidarse para no llegar al desabasto total de agua y suspender la actividad hidroeléctrica. La Estimulación de Lluvias se debe complementar con una operación disciplinada y racional en la generación de energía eléctrica, que permita al sistema una continua renovación del agua embalsada sin llegar al agotamiento de la misma.

Este proyecto para alcanzar su sostenibilidad a lo largo del año, requerirá de **un estimado de entre 100 y 120 vuelos**, que si bien podrían parecer excesivos, constituye con mucho la opción más rentable para la región; comparada con otras tecnologías alternativas que también pudieran generar la energía eléctrica necesaria para el desarrollo de las actividades económicas y sociales de la región.

2025

Este año, el cambio climático generó en prácticamente todo México una temporada de lluvias excesivas no vista en los últimos 70 años, que no solo trajeron abundancia de agua sino también caos y devastación en algunas regiones y que evidentemente cancelaron toda posibilidad de intervención de Startup Renaissance en proyectos nacionales de *Estimulación de Lluvias*, salvo el Proyecto de la Huasteca; que si bien inició actividades con base en Tampico, se decidió suspender después de los 6 primeros vuelos al advertir que el suelo ya se había saturado de humedad y estaba por iniciar una temporada de inusuales precipitaciones.

Así cerramos el Anuario 2025, acumulando una hoja de servicio de 33 proyectos nacionales e internacionales y 645 vuelos, todos exitosos en cuanto a la generación de precipitación, con eficacia de proyectos del 45% en promedio (volumenes de precipitación superiores en esa cifra por sobre la pronosticada con la metodología de evaluación más estricta de pluviómetros) y atendiendo una superficie acumulada (cobertura de terreno a través de los polígonos de trabajo) de más de 57 millones de hectáreas. Trabajamos por segundo año consecutivo tanto en Chile como en la Región Andina de Sudamérica, lo que nos permitió compenetrarnos más en las necesidades del vital líquido en otras latitudes y en los retos que su configuración geoclimática representa para las operaciones de Estimulación de Lluvias, pudiendo ser cada vez más efectivos en cuanto a los objetivos que nos impusimos junto con las Unidades Contratantes y que nos ha dado más luz para sustentar los principios y acciones con que ejecutamos nuestros proyectos.



ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

Las grandes transformaciones impuestas por el cambio climático, como son las alteraciones en la temperatura y lluvias torrenciales, el fuego en las zonas forestales y residenciales, entre otras, han aparejado un tratamiento del riesgo, su mitigación y control, diferente y diverso en cuanto los instrumentos existentes y de reciente transformación. De manera específica — la sequía, vieja compañera de la agricultura — junto con el fuego han tenido un impacto monumental en la producción de alimentos y su transformación.

La dimensión sin precedentes de la carencia de agua y la paradoja de precipitaciones cíclicas establece un marco de revisión en el manejo de estos fenómenos meteorológicos extremos, componentes del cambio climático. Las recientes avenidas incontrolables, destruyendo la frágil protección de las comunidades rurales, y las zonas citadinas con azolves extraordinarios y obsoletos sistemas de drenaje sin mantenimiento y poca infraestructura de retención de este líquido primordial pusieron en situación adversa varios estados de la república mexicana.

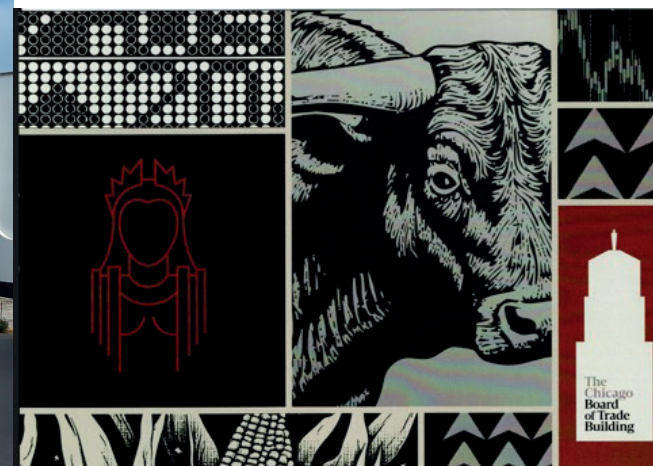
Iniciado por el gobierno mexicano en 1994, la Administración de Riesgos para mitigar las variaciones de precios agrícolas y pecuarios, “cubrió” con coberturas del mercado de futuros la producción de algodón, muy importante proveedor de divisas. La aceptación y desarrollo que se tuvo llegó a proteger miles de hectáreas y millones de toneladas hasta llegar a un total de 17 productos agropecuarios en diversas

bolsas de futuros. Las “opciones” utilizadas fueron una fórmula exitosa para el surgimiento de la agricultura por contrato y otras relaciones contractuales.

Tanto la institución que tuvo la responsabilidad de los programas de mitigación de riesgos, como los recursos humanos formados durante más de veinte años, fueron la antesala de una nueva cultura de tratamiento del riesgo de variación de precios. Diluido en el tiempo la administración pública se retiró dejando su impronta en nuevas manos con nuevos instrumentos y un sólido capital humano como legado.

Startup Renaissance, fiel al principio que establece que “para avanzar es necesario innovar”, en complemento a su actividad de Estimulación de Lluvias, generó una nueva área que se ocupa de la Administración de Riesgos en la agricultura. Ella comprende granos y oleaginosas además de café y algodón. Su principal finalidad está asociada a la administración de la variación de precios. Los instrumentos que utiliza son opciones, coberturas tradicionales y un apartado especial de seguros catastróficos y anticiclones y un apartado especial a una reciente innovación: el Índice de Rendimiento Modelable.

Invitamos a productores agropecuarios, comercializadores y participantes del sector agroalimentario e industrial, a considerar las diferentes alternativas para mitigar y reducir sus riesgos con los mejores instrumentos y los recursos humanos de mayor experiencia y solidez en esta especialidad. ☁





REGISTRO ESTADÍSTICO



AÑO	TEMPORADA	NÚMERO DE PROYECTOS	NÚMERO DE VUELOS	PORCENTAJE DE EFICACIA	SUPERFICIE TOTAL CUBIERTA	RESUMEN
2021	Otoño Invierno	1 (más 1 ataque a incendio)	7	45.14%	1,119,000	Se contribuyó exitosamente a disminuir e incluso eliminar la condición de sequía en los 5 polígonos proyecto en que se trabajó dentro del territorio nacional; además de la sofocación de un peligroso incendio en un área más. Los cuerpos de agua ubicados en la cuenca trabajada aumentaron notablemente sus niveles, liberando la presión que existía sobre los cultivos dependientes de riego.
	Primavera Verano	4	87		8,000,000	
2022	Otoño Invierno	2	20	69.93%	4,000,000	Los resultados obtenidos lograron disminuir o desaparecer la condición de sequía imperante dentro de las áreas objetivo; esta condición evitó también la posterior aparición de incendios forestales. Los cuerpos de agua ubicados en la cuenca proyecto aumentaron notablemente sus niveles y algunas presas derramaron excedentes. Se observó mayor desarrollo de vegetación dentro de las áreas de trabajo, que fuera de ellas.
	Primavera Verano	5	133		8,750,000	
2023	Otoño Invierno	2	30	73.91%	5,250,000	Según el Servicio Meteorológico Nacional, desde 1940 no se presentaba un año tan seco en México. La presencia de conglomerados nubosos fue demasiado precaria para las operaciones proyectadas dentro de los 10 polígonos de trabajo. A pesar de ello, gracias a la Estimulación de Lluvias se logró que las condiciones de sequía dentro de esas áreas no alcanzaran niveles de mayor impacto. Las precipitaciones extra, obtenidas, beneficiaron los cuerpos de agua, presas, ecosistema y cultivos dentro de las áreas objetivo, estableciendo la línea de diferencia contra un escenario que pudo haber sido desolador.
	Primavera Verano	7	99		10,500,000	
2024	Primavera Verano	9	185	72.65%	14,823,317	Se trabajó en 4 polígonos nacionales y 2 en Sudamérica. En el ámbito nacional, de acuerdo a lo proyectado se volvieron a obtener excelentes resultados tanto en el amortiguamiento o desaparición de condiciones de sequía, como en el mayor desarrollo vegetativo dentro de los polígonos de trabajo, así como el aumento en la captación de agua en presas. En el ámbito internacional, en uno de los proyectos sudamericanos cuyo país estaba sufriendo cortes de electricidad debido a la paralización de sus hidroeléctricas por cuestiones de sequía, se alcanzó el objetivo de restaurar y mantener el nivel de agua en los embalses hidroeléctricos estratégicos. En el otro país sudamericano pudimos incidir exitosamente en el aumento de precipitaciones nivales en la parte alta de su cordillera, y precipitaciones lluviosas en las partes bajas; logrando así romper un periodo de 14 años de sequía, lo que aseguró el ciclo agrícola de este año y del siguiente, dentro de la cuenca objetivo.
2025	Primavera Verano	3	84	41.32%	5,232,473	Los eventos ciclónicos produjeron abundantes lluvias en México en este año, por lo que únicamente se abrió un proyecto de trabajo dentro del territorio nacional, el cual se ejecutó con éxito al lograr obtener las precipitaciones necesarias para el desarrollo de cultivos, así como el suficiente almacenamiento de agua en presas. En el escenario internacional se continuó con los dos proyectos sudamericanos; en el primero, gracias a la Estimulación de Lluvias se mantuvo el nivel operativo de las principales hidroeléctricas que abastecen de energía a ese país, evitando cortes de electricidad que ocasionan un grave impacto social y enormes pérdidas multimillonaria. En el segundo proyecto, se logró superar los pronósticos en cuanto a la precipitación de nieve y lluvia, elementos obviamente indispensables para el desarrollo humano y económico de la región en que se trabajó.
TOTAL GLOBAL		33	645	67.30%	57,674,790	

EQUIPO CENTRAL STARTUP RENAISSANCE

EQUIPO DE ANÁLISIS TÉCNICO



■ Joaquín
Contreras Gil
COORDINADOR



■ Alejandra
Baez Flores
ANALISTA



■ Samantha
Rodríguez de la Gala Hernández
ANALISTA



■ María de los Ángeles
Milanés Salinas
ANALISTA

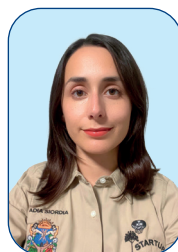


■ Bertha
García Capitanachi
ANALISTA

EQUIPO DE ANÁLISIS ESPECTRALES, SUELO Y VEGETACIÓN



■ Bernardino Ricardo
Eaton González
COORDINADOR TÉCNICO



■ Nadia Fernanda
Siordia González
ANALISTA ESPECIALIZADA



■ Jessica
Martínez Jiménez
COORDINADORA DE
METEOROLOGÍA



■ Carolina
Dougnac Valdivia
METEORÓLOGA



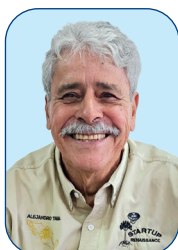
■ Víctor Alfonso
Torres Sánchez
COORDINADOR

EQUIPO METEOROLÓGICO

CAPACITACIÓN A PERSONAL DE VUELOS

EQUIPO CENTRAL STARTUP RENAISSANCE

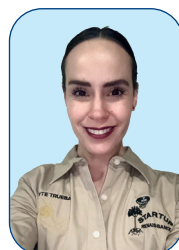
EQUIPO TÉCNICO CENTRAL



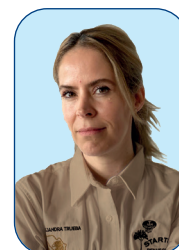
■ **Alejandro J.
Trueba Carranza**
COORDINADOR GENERAL



■ **Adriana
Mandujano Moreno**
COORDINADORA ADMINISTRATIVA



■ **Mayte
Trueba Meave**
COORDINADORA RECURSOS
HUMANOS



■ **Alejandra
Trueba Meave**
DESARROLLO DE NEGOCIOS
INTERNACIONALES



■ **Héctor Manuel
Arias Rojo**
CONSULTOR



■ **Obed
Mayoral Fernández**
ASESOR TECNOLÓGICO



■ **Ana María
Hernández Baladés**
AUXILIAR CONTABLE



■ **Martín
Gómez Domínguez**
AUXILIAR DE OFICINA



■ **Pablo
Mora Morales**
AUXILIAR DE OFICINA



■ **Rodrigo
Monsalvo Velázquez**
COORDINADOR MECÁNICO



■ **César
López Morales**
LOGÍSTICA



■ **Erika Lucía
Marroquín Moreno**
COORDINADORA
DE DISEÑO GRÁFICO

EQUIPO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS



■ **Omar
Musalem López**
DIRECTOR GENERAL



■ **Oscar Samuel
Polanco García**
MANEJO DE RIESGOS

EQUIPO AÉREO PARTICIPANTE

CHILE



■ Cap. Daniel
Boisset Encina
PILOTO



■ Cap. Felipe M.
Vicencio Moller
COPILOTO



■ Tec. Esp. José Luis
Barrientos Arratia
MECÁNICO AÉREO



■ Ing. Alex
Cortés Flores
APOYO TÉCNICO

LA HUASTECA



■ Daniel
Sierra Poucel
PILOTO



■ Cap. Enrique
Berra Velasco
COPILOTO

AGRADECIMIENTOS



Tras completar el primer lustro de Startup Renaissance en esta cruzada, en que nos hemos impuesto desarrollar y perfeccionar nuestra tecnología para llevar agua a las regiones que demandan urgentemente el vital líquido, en principio para sus necesidades de desarrollo agropecuario y posteriormente para aliviar la sed de poblaciones amenazadas, salvar la generación de energía a través de presas hidroeléctricas y la sofocación de incendios forestales; principalmente es que tenemos mucho que agradecer.

Antes que a nadie a Dios, que nos ha brindado la oportunidad de conjuntar un valioso equipo humano comprometido con nuestro enfoque social y tecnológico, lo cual ha permitido superarnos a pesar de críticas y detractores en todos los ámbitos sociales, políticos y científicos; que con sus dudas y denuncias nos impulsaron a encontrar tecnologías y procedimientos, tanto de operación como de evaluación, y demostrar (a mentes abiertas a los hechos) que sí es posible hacer llover en el desierto, apoyar la realización de proyectos hidroeléctricos de gran envergadura en el trópico e incrementar la precipitación de nieve en Los Andes chilenos; a la fecha 33 Proyectos Regionales con 645 vuelos de estimulación de lluvia, todos exitosos, así lo avalan.

Muy agradecidos con nuestros usuarios que desde un principio nos brindaron su voto de confianza y que fueron los primeros en blindarnos para seguir adelante y alcanzar el nivel de excelencia que orgullosamente ostentamos hoy.

A las autoridades Federales que nos otorgaron su confianza, principalmente durante los tres primeros años de actividad, entre ellos la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, la Comisión Nacional de las Zonas Áridas y la Fuerza Aérea Mexicana; Instituciones que nos dieron el impulso para llegar a nuevos clientes como son los Gobiernos de Michoacán y Nuevo León que dieron paso a proyectos que hoy consideramos más sostenibles, por ejemplo las Unidades de Interés Personal que invierten sus recursos propios para incrementar sus volúmenes precipitados, tanto en México como de fuera del país.

A todos Ustedes, nuestro más profundo agradecimiento. ☁



Alejandro J. Trueba Carranza
Adriana Mandujano Moreno
Joaquín Contreras Gil
Alejandra Trueba Meave
Mayte Trueba Meave
Héctor Manuel Arias Rojo
Jessica Martínez Jiménez
Rafael Sáenz Ramos
Luis García Saavedra
Martín Máñez Chavarría
Marco Polo Martínez Mayorquín
Jorge A. Sánchez Arellano
Luis Rodrigo García Aguilar
Rafael Sáenz Peñuelas
Gustavo Rodríguez Vera
Alejandra Baez Flores
Samantha Rodríguez de la Gala Hernández
Bernardino Ricardo Eaton González
Nadia Fernanda Siordia González
Carlos Eduardo Tomas Mayorquín
María de los Ángeles Milanés Salinas
Javier Guillins Villareal
Bertha García Capitanachi
Tania Abigail Burgos Othón
Carolina Trujillo López
Edgar Bustillos Daniel
Alejandro Nevárez Durán
Eduardo Pérez Rodríguez
Alejandra Maldonado Gutiérrez
Sofía Estrada Valles
Pamela García Aguilar
Rodrigo Monsalvo Velázquez
César López Morales
Eduardo Luis Prieto Valles
Yasmin Córdoba Sánchez
Omar Musalem López
Carlos Eduardo Ruiz Benítez
Víctor Alfonso Torres Sánchez

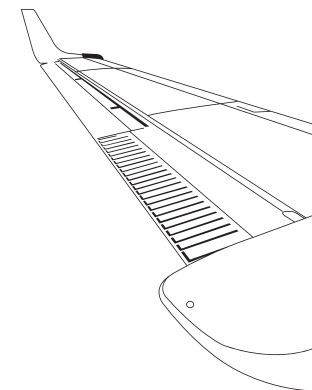
Obed Mayoral Fernández
Carlos Rodríguez Santana
Mario Marín Silva Serna
José Hugo Loperena Rodríguez
Brian Enrique Avila Ortega
Nathanael Trapero Cabrales
Mario Manuel Velázquez Mandujano
Javier Moreno Trujillo
Fausto Edeza Reyna
Loïc Le Gall
Everardo Lerma Ceballos
Luis Eduardo Tellechea Robles
Josué Hervert Portilla
José Luis Nava Rodríguez
Consuelo Margarita Maury de Santiago
María de la Concepción García Aguilar
Denise Lubinsky Jinich
Luis Daniel Máñez Alcalá
Juan Carlos Díaz Leocadio
Carlos Carbajal Hernández
Lauro Carrillo Trueba
Gustavo Cumplido Barragán
Ángela del Carmen Ramos Martínez
Alberto López de la Rosa
Julián Trucios Camarillo
Alexander Venegas Escarcega
Abraham Vale Martínez
Carolina Dougnac Valdivia
Ana María Hernández Baladés
Ismael Blas Amador
Luis Enrique Arrearán Ramírez
Luis Francisco Arrearán Montoya
Oscar Samuel Polanco García
Martín Gómez Domínguez
Pablo Mora Morales
Anwar Gabriel Vázquez Rivera
David Orozco Granados
Erika Lucía Marroquín Moreno



**Javier
Moreno**
ESCUULTOR

**Mario Manuel
Velázquez Mandujano**
FOTOGRAFIA DE ESCULTURA

Todas las fotografías publicadas en este documento fueron
tomadas por el personal de Startup Renaissance





Cocijo, dios zapoteca de la lluvia. Colección particular

