



# #EspacioCONAE

Boletín interno de la agencia espacial argentina



## CONSTELACIÓN SAOCOM: LA MISIÓN ESPACIAL MÁS AMBICIOSA DE LA ARGENTINA

A un año del lanzamiento del satélite SAOCOM 1B, repasamos los principales logros de la CONAE junto al sistema científico y tecnológico nacional para el desarrollo de los primeros satélites de observación de la Tierra con radar en banda L construidos en el país.



**02**

**El legado del SAOCOM**

**03**

**La Constelación SAOCOM**

**06**

**Nuevas capacidades y oportunidades de negocio**

**08**

**Una campaña con gusto a final mundial**

**12**

**Lanzamiento épico**

**14**

**La Argentina vista por SAOCOM 1B**

**16**

**Principales productos**

**19**

**¿Hacia dónde vamos?**

Publicación de la CONAE  
Producción: Gerencia de Coordinación  
Edición: Unidad de Comunicación  
Edición gráfica: Comunicación Instituto Gulich

## EL LEGADO DEL SAOCOM

> RAÚL KULICHEVSKY

Director Ejecutivo y Técnico de la CONAE.



La puesta en órbita del satélite de observación de la Tierra SAOCOM 1B representó un hito para la Argentina debido a que logramos completar la Constelación SAOCOM, tras haber lanzado en 2018 el SAOCOM 1A. Cerramos así un ciclo de 13 años de trabajo en el proyecto espacial más complejo y ambicioso, con la participación de más de 900 profesionales y 80 empresas de tecnología e instituciones del sistema científico tecnológico del país.

Los satélites SAOCOM aportan información especialmente útil para el agro y la gestión de catástrofes naturales o antrópicas, lograda por el radar de microondas en banda L, que atraviesa las nubes y toma imágenes en cualquier condición meteorológica.

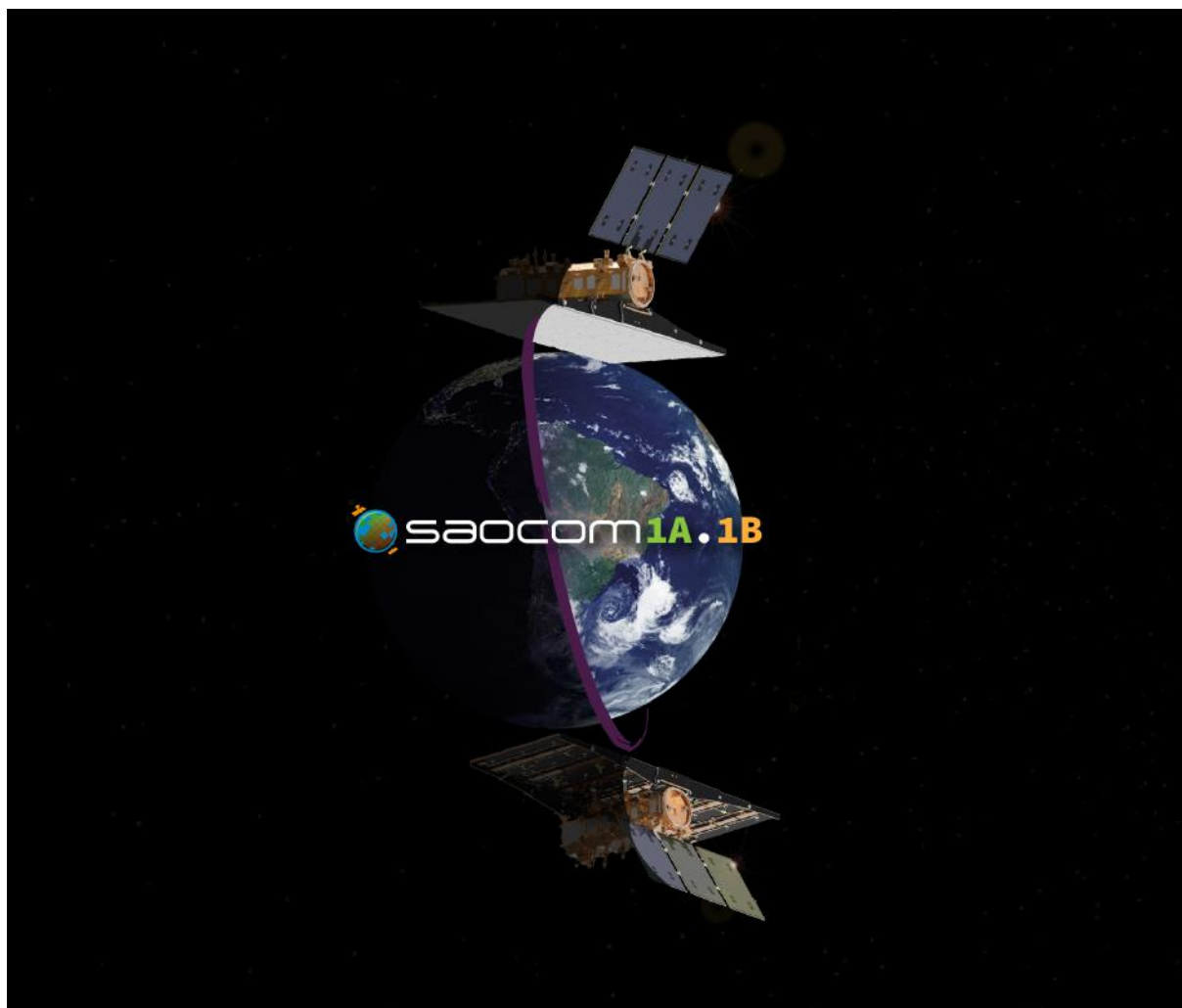
Este desarrollo implicó un gran desafío porque no contábamos con antecedentes similares en el país. Hoy estamos en un selecto grupo de naciones capaces de fabricar satélites radar y en otro grupo aún más selecto que cuenta satélites con instrumentos de radar en banda L.

Hacia el futuro encaramos los desarrollos del Plan Espacial Nacional posicionados en un lugar de privilegio, al contar con dos satélites de tecnología de radar, con estaciones terrenas propias e industria nacional capaz de dar soporte a los proyectos espaciales propios. Profesionales altamente capacitados, infraestructura y experiencia, son parte del legado SAOCOM.





# LA CONSTELACIÓN SAOCOM



El 30 de agosto de 2020 llegó a órbita el satélite argentino de observación de la Tierra SAOCOM 1B de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) en el ámbito del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación. Junto con el SAOCOM 1A, conforman la Constelación SAOCOM, cuyo objetivo es generar información útil para prevenir, monitorear, mitigar y evaluar catástrofes naturales o antrópicas y generar datos sobre humedad de suelo, con beneficios para la actividad productiva nacional, entre otros sectores.

El proyecto comenzó en 2007 con la ingeniería básica y en 2013 se inició la construcción del modelo de vuelo del SAOCOM 1A. En forma paralela, en 2015 arrancó la fabricación del SAOCOM 1B, y fueron puestos en órbita en 2018 y en 2020, respectivamente.

Ambos satélites fueron desarrollados y fabricados en distintos puntos del país por la CONAE junto con la empresa INVAP, contratista principal del proyecto, la firma pública VENG, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y el Laboratorio GEMA de la UNLP, entre otras 80 empresas de tecnología e instituciones del sistema científico tecnológico del país. Además contó con la colaboración de la Agencia Espacial Italiana (ASI).

El proyecto involucró la participación de 900 personas de diferentes áreas del conocimiento, tales como distintas ingenierías (Mecánica, Aeronáutica, Industrial y Electrónica, entre otras), Física, Matemática, Sistemas Informáticos y Biología. Estos profesionales trabajaron más de 4 millones de horas en distintas instancias del desarrollo y de construcción de los satélites.



## Desafíos y logros

Laura Frulla, investigadora principal de la Misión SAOCOM, destacó que “el desarrollo de toda la misión fue un desafío muy importante para la Argentina porque no teníamos conocimientos previos sobre la tecnología para la construcción y puesta a punto de satélites de este tipo”. Y agregó: “Dominar la tecnología de observación con radar es un gran avance que nos da independencia y soberanía tecnológica”.



Laura Frulla, investigadora principal de la Misión SAOCOM.

La Misión SAOCOM llevó al espacio dos satélites con una compleja tecnología de observación de la Tierra, que representa una importante mejora en las capacidades de observación respecto de los sensores ópticos usuales. Se trata de un instrumento activo que consiste en un Radar de Apertura Sintética (SAR, por sus siglas en inglés de Synthetic Aperture Radar), que trabaja en la porción de las microondas en banda L del espectro electromagnético. Los satélites SAOCOM fueron especialmente diseñados para detectar la humedad del suelo y obtener información de la superficie terrestre en cualquier condición meteorológica u hora del día. Entre otras ventajas, los datos logrados por este Radar ayudan a hacer más eficiente el manejo de enfermedades en cultivos y su fertilización, y gestionar emergencias tales como inundaciones, desplazamientos del terreno y detectar derrames de petróleo, entre otros aspectos.

Completar la constelación significó la posibilidad de duplicar la “revisita” de los satélites (pasada por la misma zona de la Tierra). Si bien cada SAOCOM pasa por el mismo punto cada 16 días, con los dos

satélites en órbita esa revisita se reduce a ocho días, con la posibilidad de tener pasada también cada 4 días, según el modo de operación del satélite.



Pablo Mercuri, INTA.

Estos satélites toman datos de todo el mundo. No obstante permiten acceder en particular a información sobre humedad del suelo en la región pampeana argentina, sobre un área de alrededor de 83 millones de hectáreas. Mediante un convenio de colaboración entre el INTA y la CONAE, se llevó a cabo el desarrollo y la validación de los Mapas de Humedad de Suelo -el producto estrella de la Misión-, cuya información ayuda a que los productores sepan cuál es el mejor momento para la siembra, fertilización y riego, en cultivos como soja, maíz, trigo y girasol.

Los satélites radar argentinos también brindan soporte para el control de enfermedades en cultivos favoreciendo el uso sustentable de productos químicos, en particular para el manejo de la fusariosis en el trigo. También se destaca como producto de esta misión el pronóstico de inundaciones, desarrollado en el marco de la cooperación entre el Instituto Nacional del Agua (INA) y la CONAE.

Pablo Mercuri, director del Centro de Investigación de Recursos Naturales del INTA, aseguró que “los satélites SAOCOM representan un salto cualitativo y cuantitativo para muchas decisiones del sector agropecuario”, e indicó que la nueva información brindada por la CONAE es valiosa para mejorar la calidad de los informes que realiza periódicamente el INTA y que distribuye a los productores mediante su red de agencias de extensión en todo el país.



## El Sistema SIASGE

La constelación SAOCOM forma parte del Sistema Ítalo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE), fruto de la cooperación entre las agencias espaciales CONAE de la Argentina y Agenzia Spaziale Italiana (ASI). Se trata de un sistema de observación de la Tierra único en el mundo, en el cual participan los satélites argentinos SAOCOM 1A y su hermano gemelo del SAOCOM 1B, junto a cuatro satélites italianos denominados COSMO-SkyMed.

La combinación de diferentes bandas de espectro electromagnético en las que trabajan los satélites argentinos e italianos (L y X, respectivamente) posibilitan la creación de novedosas aplicaciones.-







## NUEVAS CAPACIDADES Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS



El desarrollo de la Misión SAOCOM representó un salto para la industria espacial nacional, con la consolidación de un ecosistema de organismos públicos y empresas capaces de trabajar en conjunto tanto en la fabricación de satélites argentinos, que hoy se destacan en el mundo, como en la infraestructura del segmento de Tierra.

“Con la experiencia ganada en los satélites SAOCOM el sector espacial argentino muestra signos de madurez”, consideró Fernando Hisas, Asesor de la CONAE y ex Gerente de Proyectos Satelitales. “Un buen indicio ha sido la creación de empresas y nuevas unidades de negocios que antes no hubieran sido posibles, y también la apertura de carreras universitarias sobre temática espacial”, afirmó. La CONAE ha creado junto a universidades nacionales cuatro maestrías: Aplicaciones Espaciales, Instrumentos Satelitales, Tecnología Satelital y Desarrollos Informáticos de Aplicación Espacial. También se destacan las iniciativas de otras instituciones para la creación del primer doctorado del país y la región en Geomática y Sistemas Espaciales y la primera carrera de grado de Ingeniería Espacial de Latinoamérica.

para la industria espacial argentina, que “requirió a unos 900 profesionales para el diseño de los satélites, además de otros que se sumaron en áreas vinculadas como manufactura y armado, por ejemplo, con lo cual seguramente involucró el trabajo de más de mil personas”, dijo Hisas, y agregó que también convocó a unas 80 empresas de tecnología e instituciones del sistema científico tecnológico del país, que van desde contratistas como INVAP y VENG, hasta proveedoras de partes. Además, la colaboración de la Agencia Espacial Italiana (ASI) también motivó una participación importante de empresas internacionales.

La fabricación de los satélites SAOCOM también se destacó por el carácter federal de los actores que participaron en cada etapa del proyecto. En la provincia de Córdoba, en el Centro Espacial Teófilo Tabanera de la CONAE con personal especializado de la empresa VENG S.A., se integraron las dos antenas radar y también se instaló el Centro de Control de Misión como parte del segmento terreno. En Buenos Aires, en las instalaciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), se integraron los paneles solares, la estructura de las dos antenas radar y sus dispositivos de despliegue. Y en el Laboratorio GEMA de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP) se integraron las mantas térmicas. En Bariloche, en INVAP se diseñaron y construyeron las dos plataformas satelitales y la electrónica central de los radares SAR, también se realizó la integración y test funcionales del satélite completo. En el Centro de Ensayos de Alta Tecnología Sociedad Anónima (CEATSA) se realizaron las pruebas previas al lanzamiento.

Hisas destacó los casos de INVAP, principal



Fernando Hisas, asesor de la CONAE.

El proyecto SAOCOM planteó un pico de complejidad



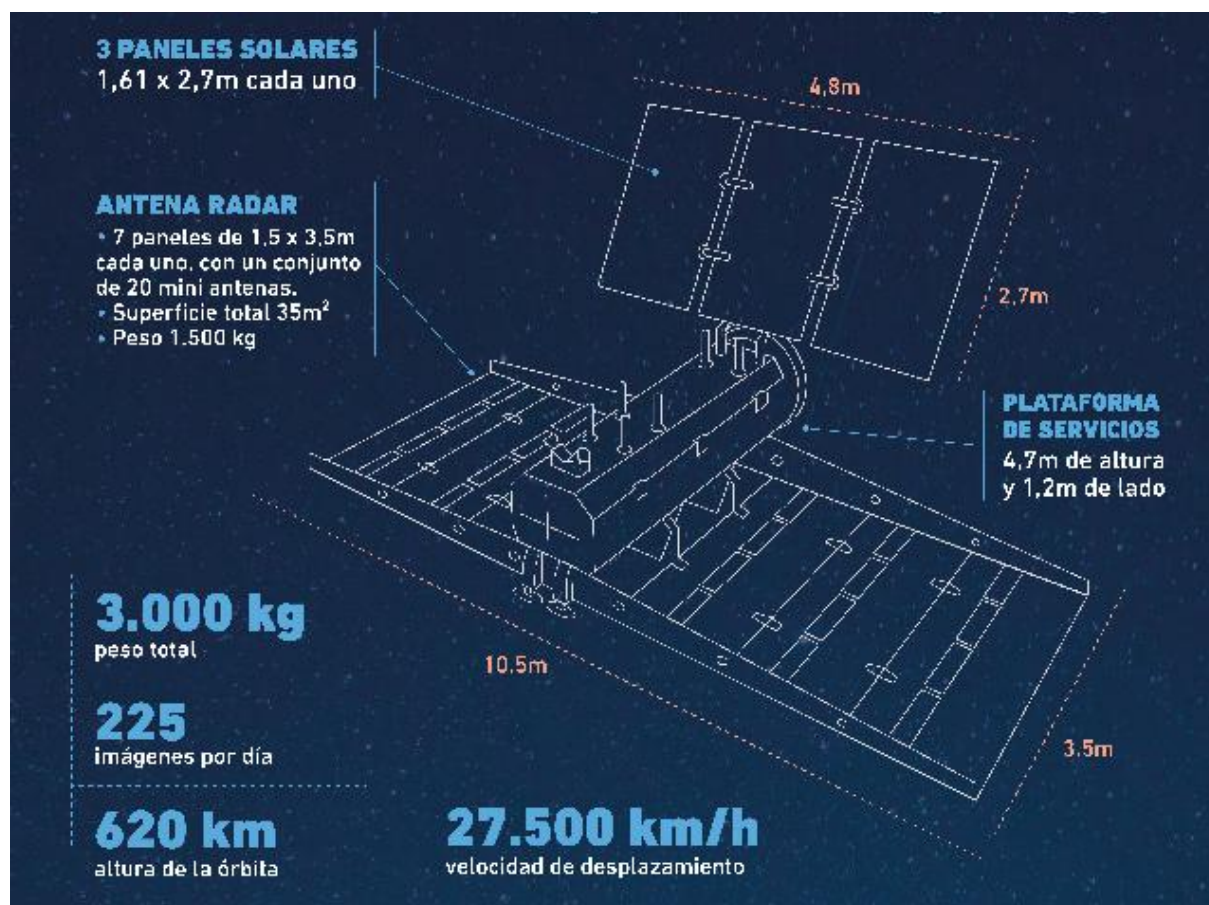
contratista del proyecto SAOCOM, que a partir de esta tecnología desarrolló otros proyectos derivados como la radarización de los aeropuertos. También la empresa VENG consolidó variados servicios tecnológicos y asimismo la CNEA, el grupo GEMA y la empresa Ascentio pudieron especializarse y potenciar su perfil tecnológico en el ámbito espacial.

## Inversión en ciencia y tecnología espacial

El proceso de desarrollo y fabricación de los satélites con tecnología radar en la Argentina también alentó la creación de nuevas empresas, como SpaceSur, especializada en el desarrollo de software, que se inició a partir del trabajo de un grupo de pasantes de la Facultad de Ingeniería de la UBA en la CONAE. Otro caso emblemático de desarrollo de nuevas áreas de negocios es el de INVAP. Hasta el proyecto SAOCOM no habían sido fabricados en la Argentina radares de apertura sintética. La experiencia que adquirió la empresa durante el desarrollo de este instrumento significó un enorme desafío y sirvió para que luego fuera contratada por el Estado para otros proyectos. Hoy lleva más de 20 radares instalados en aeropuertos argentinos para controlar el tráfico aéreo comercial, cinco radares de seguridad, más sofisticados, en la frontera norte del país, y están en desarrollo radares meteorológicos para cubrir el territorio nacional.

Del mismo modo, crecieron los servicios tecnológicos

que brinda la empresa VENG, cuyos profesionales realizaron tareas de diseño, ensamble e integración de las antenas radar y los ensayos ambientales y de calificación de los satélites SAOCOM en el Laboratorio de Integración y Ensayos (LIE) ubicado en el Centro Espacial Teófilo Tabanera de la CONAE en Córdoba. Allí también, en el Centro de Control de Misión, realizan tareas de ingeniería de sistemas y operación de satélites. En 2019, tras la entrada en fase operativa del SAOCOM 1A, VENG abrió una nueva área de "Servicios basados en Información Satelital", con el objetivo de comercializar los productos SAOCOM para clientes nacionales e internacionales y desarrollar servicios combinando información geo-referenciada de distintas fuentes. En definitiva, a partir del proyecto SAOCOM se desarrollaron nuevas líneas de negocios, se capacitó y se empleó una gran cantidad de profesionales en empresas tecnológicas nacionales, como resultado de la inversión que realizó el Estado.





## UNA CAMPAÑA CON GUSTO A FINAL MUNDIAL



SAOCOM 1B plegado en la cofia del lanzador Falcon 9 y parte del equipo de ingenieros argentinos en Cabo Cañaveral.

AGOSTO 2021



#EspacioCONAE - Boletín interno de la agencia espacial argentina

La campaña de lanzamiento del SAOCOM 1B tuvo condimentos particulares debido a la aparición del COVID-19, que obligó a la CONAE a rediseñar el calendario de tareas tanto en la Argentina como en Estados Unidos y establecer un protocolo de seguridad e higiene adaptado a las condiciones que impuso la pandemia. Si bien las actividades previas al lanzamiento comenzaron en marzo de 2020 como estaba previsto, debido al establecimiento de la cuarentena se reprogramó la campaña para fines de julio. No obstante, recién en agosto se pudo realizar el lanzamiento, ya que la empresa SpaceX requirió tiempo adicional para poner a punto al vehículo lanzador Falcon 9.

“En función de las particularidades de esta campaña tuvimos que armar un grupo de profesionales que pudiera viajar a Estados Unidos para asistir al lanzamiento en Cabo Cañaveral, minimizando los

riesgos de contagio y optimizando el desarrollo de las actividades, que son muy específicas”, explicó Josefina Pérès, entonces Jefa de Proyecto SAOCOM, actual Gerenta de Proyectos Satelitales de la CONAE. “También seleccionamos a un grupo sólido de ingenieros e ingenieras para dar soporte desde la Argentina, con responsabilidades muy importantes”, destacó. En total, la campaña contó con la participación de más de 50 profesionales de CONAE, INVAP, VENG y el Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados (GEMA) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), distribuidos en Estados Unidos y en tres ciudades de la Argentina: Córdoba, Bariloche y Buenos Aires.

### El equipo en Estados Unidos

La delegación técnica nacional responsable del lanzamiento del SAOCOM 1B en Estados Unidos partió el viernes 3 de julio de 2020 en un vuelo de Aerolíneas Argentinas hacia el estado de Florida para comenzar la etapa de ensayos en la sede de SpaceX en Cabo Cañaveral, luego de que el satélite estuviera guardado durante tres meses en condiciones seguras. La comitiva estuvo integrada por el Director Ejecutivo y Técnico de la CONAE, Raúl Kulichevsky, y cinco profesionales de la agencia espacial junto al representante de la Gerencia General de INVAP, Guillermo Benito, y 11 profesionales de dicha empresa.

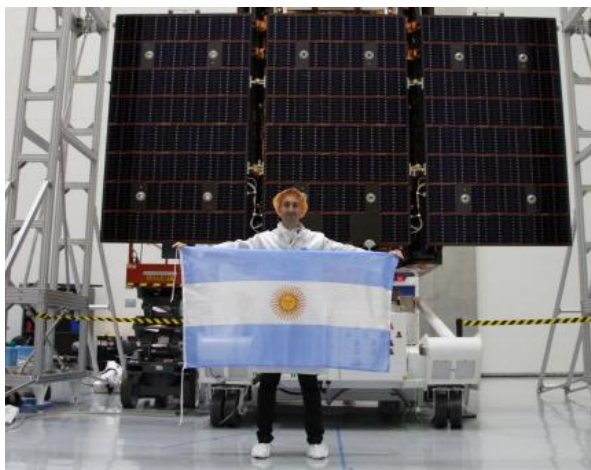


Josefina Pérès, Jefa de Proyecto SAOCOM



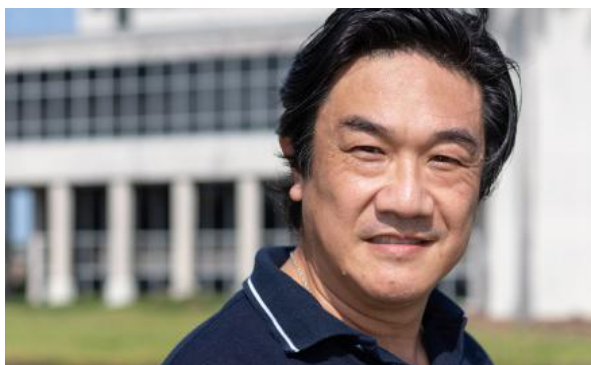


Los equipos de CONAE e INVAP, por medio de sus Departamentos de Seguridad e Higiene, confeccionaron un protocolo específico de medidas preventivas para el COVID-19, teniendo en cuenta todas las etapas de la campaña. Además el grupo que viajó a EE.UU. estuvo acompañado por un responsable de seguridad e higiene para el control de la aplicación del protocolo implementado para esta Misión.



Juan Ignacio Casais, ingeniero campaña SAOCOM

“Fue una campaña muy distinta a otras. Trabajamos desde el hotel, comunicándonos por videoconferencias cada uno en su habitación. Sólo nos vimos en la sala de reunión, con todas las medidas de seguridad”, dijo Juan Ignacio Casais, ingeniero mecánico de la campaña SAOCOM de la CONAE. “Cada campaña es especial. Todas enseñan algo. Me tocó estar en Estados Unidos cuando tuvimos que dejar el satélite en condición segura y regresar por la pandemia a la Argentina. Volver para el lanzamiento fue todo un desafío”, dijo Andrés Sakamoto, responsable de Aseguramiento de Producto del Segmento de Vuelo. “Siento un honor y un privilegio y estoy agradecido por haber podido presenciar este proyecto desde este lugar”, concluyó.



Andrés Sakamoto, Aseguramiento de Producto

El lunes 13 de julio los ingenieros de la CONAE e INVAP ingresaron por primera vez a las instalaciones de la empresa SpaceX luego de haber realizado una cuarentena preventiva de nueve días desde el ingreso a Estados Unidos y dos Test PCR negativos. Ocho días después el SAOCOM 1B logró superar con éxito la última prueba y quedó a un paso de ser lanzado.

## Los equipos en Argentina

Además del equipo de la CONAE e INVAP que viajó a EE.UU., la campaña de lanzamiento se completó con tres equipos de profesionales distribuidos en la Ciudad de Buenos Aires y en las provincias de Córdoba y Río Negro, en la Argentina.

Desde el Centro de Control de Misión ubicado en el Centro Espacial Teófilo Tabanera, de la CONAE en Falda del Cañete, Córdoba, se realizó el monitoreo constante del estado del satélite. Y allí se recibieron las primeras señales de vida del SAOCOM 1B desde su órbita en el espacio, se chequearon todas las variables y se inició su operación, con el apoyo de los equipos apostados en dos salas de soporte en la sede de la CONAE de Buenos Aires (donde trabajaron los equipos de CONAE, VENG y GEMA de la Universidad Nacional de La Plata) y en la sede de INVAP en Bariloche. Lucas Bruno, jefe de operaciones de la Misión SAOCOM, indicó: “En paralelo al grupo de Estados Unidos, nosotros en Córdoba verificamos la telemetría que recibimos desde Cabo Cañaveral y, a la vez, la distribuimos a los diferentes centros de soporte de la Argentina”.



Lucas Bruno, Jefe de Operaciones SAOCOM

“Toda la vida nos preparamos para la campaña, pero esta vez tuvimos que adaptarnos a una situación distinta”, dijo Pérès. “El equipo repartido en distintas sedes a lo largo del país se ocupó de brindar soporte a las operaciones, observar y dar continuidad a las



primeras actividades o, si fuera necesario, activar un plan de contingencia”, agregó. “Esta vez buscamos evitar el contacto estrecho, de manera tal de disminuir la probabilidad de contagio”, afirmó, y agregó que todas las tareas tuvieron un titular y un suplente.

La campaña completa de lanzamiento demandó, en total, unos 40 días. Pero a medida que se acercaba la fecha del lanzamiento las pruebas se fueron haciendo más complejas. Los últimos 10 días fueron muy importantes porque comprendieron la integración del satélite con el lanzador y las pruebas conjuntas entre los ingenieros instalados en Cabo Cañaveral y en Argentina.



Equipo SAOCOM en el Pad de lanzamiento en Cabo Cañaveral, Estados Unidos.

## El mundial del espacio



Pablo Ordoñez, Responsable de Operaciones de Lanzamiento

“De chico, una vez soñamos con mi hermana que cuando fuéramos grandes iríamos a la NASA a ver cómo se lanza un cohete”, dijo Pablo Ordoñez, entonces Responsable de Integración, Ensayos y

Operaciones de Lanzamiento del SAOCOM 1B de la CONAE, y se entusiasmó por el recorrido que viene experimentando en la institución desde hace una década, cuando comenzó a trabajar en la Misión SAOCOM.

En 2018 Ordoñez integró el equipo de profesionales de la CONAE que desarrolló el SAOCOM 1A y lo llevó al espacio. “En 2020 tuve la responsabilidad de iniciar la cuenta regresiva del lanzamiento del 1B. No puedo pedir más nada”, afirmó, y agregó: “Casi todos los compañeros que trabajamos hoy nos formamos profesionalmente con este proyecto”. “Participar del lanzamiento del SAOCOM 1B es como jugar la final del mundial. Y una vez que se lanza, sentís que la ganaste”, dijo. “En mi caso llegué dos veces a la final”, concluyó orgulloso.





## Un protocolo adaptado al COVID-19



> **LEANDRO GROETZNER**  
Gerente de Coordinación de la CONAE.

En el marco de un año signado por la pandemia, aplicamos un protocolo de seguridad e higiene que se desplegó antes de iniciar la campaña de lanzamiento y cubrió también el regreso de los ingenieros al país. Las medidas alcanzaron a los y las profesionales que brindaron soporte a la operaciones de manera remota, desde la Ciudad de Buenos Aires y en las provincias de Córdoba y Río Negro.

En marzo de 2020, cuando la cuarentena era muy reciente, diseñamos un protocolo para llevar tranquilidad a quienes iban a viajar a Estados Unidos como parte de la campaña, proveyendo información y garantizando sus condiciones de trabajo, apoyados por un responsable de seguridad e higiene que los acompañara.

Para ello nos basamos en todas las definiciones establecidas por el Ministerio de Salud de la Nación, tratando de compatibilizar con el protocolo de SpaceX y las medidas de seguridad adoptadas por el gobierno de Estados Unidos. Estas normas que implementamos incluyeron la realización de Test PCR previo a la partida y posteriormente al arribar a Cabo Cañaveral, además de cumplir los correspondientes días de cuarentena necesarios para evitar el riesgo de contagio. Desde la CONAE valoramos y agradecemos mucho el esfuerzo que significó para nuestros profesionales y sus familias, realizar el lanzamiento del SAOCOM 1B en un contexto tan particular y exigente.

## Tecnologías de la información en pandemia



> **RAYMUNDO H. ZAVALA**  
Departamento TI, VENG S.A.

La pandemia del coronavirus puso de manifiesto el imprescindible papel que tienen las tecnologías de la información en la actualidad, mayormente en un escenario muy complejo al que se enfrentaba la Misión SAOCOM, por la necesidad mantener las operaciones y planificar un lanzamiento exitoso.

Esta responsabilidad estuvo a cargo del equipo de Tecnología de Información (TI), desde donde establecimos e implementamos estrategias sólidas para organizar un lugar de trabajo virtual, que permitiera mantener el control de las operaciones remotas, algo inédito en la CONAE. Al mismo tiempo, se buscó garantizar la realización de todas las actividades pre y post lanzamiento del SAOCOM 1B de la manera adecuada. Esto implicó llevar un Centro de Control de Misión, de manera segura, a cada casa de los integrantes del equipo de operaciones.

Al no poder contar con la presencialidad de los grupos de soporte, las comunicaciones fueron un desafío enorme, que implicó diseñar nuevos esquemas de conexión con sitios remotos y garantizar su disponibilidad. La prioridad fue proteger la salud minimizando el número de personas físicamente presentes y garantizando al mismo tiempo operaciones eficaces. Fue una experiencia muy gratificante.



## LANZAMIENTO ÉPICO

A las 20:18 (hora argentina) del domingo 30 de agosto de 2020, el satélite SAOCOM 1B partió finalmente a bordo del lanzador Falcon 9 desde Cabo Cañaveral hacia su órbita final, a unos 620 kilómetros de la Tierra. En las operaciones participaron 13 profesionales argentinos desde EE.UU., y 60 ingenieros e ingenieras de CONAE, INVAP, VENG y el laboratorio GEMA de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), quienes brindaron soporte al lanzamiento desde la Ciudad de Buenos Aires, Córdoba y Bariloche, en Argentina.

La jornada del lanzamiento sumó a las condiciones de COVID-19 un nuevo desafío: la época de huracanes en Florida. "Fue un condimento más para una campaña muy particular", afirmó Raúl Kulichevsky, Director Ejecutivo y Técnico de la CONAE, al repasar las horas previas al despegue, donde se cruzaban emociones de ansiedad y nervios: "Cada uno de nosotros trataba de encontrar una actividad para despejarse. Muchos hacían ejercicios. Otros miraban películas. Con Pablo Ordoñez (Responsable de lanzamiento del SAOCOM 1B) salíamos a trotar. Así lo hicimos la noche anterior al lanzamiento. Estaba tormentoso y de pronto vimos caer un tremendo rayo en el pad donde estaba el cohete". Horas más tarde, SpaceX confirmaba que había ocurrido una descarga eléctrica a sólo 700 metros del SAOCOM 1B, con lo cual la jornada comenzó con una serie de ensayos para verificar el estado de salud del satélite.

Las complicaciones continuarían durante toda la jornada. La siguiente noticia llegó desde el Centro de Control de Misión del Centro Espacial Teófilo Tabanera de la CONAE, en Córdoba. "Esa mañana me levanté con el aviso de que había un corte internacional de Internet", dijo Lucas Bruno, jefe de operaciones de la Misión SAOCOM. "Era un No Go (Cancelar), porque necesitábamos estar conectados al resto de las estaciones terrenas del mundo para comandar al satélite en sus primeras órbitas", indicó. "Los profesionales de INVAP que trabajaban con nosotros desde Cabo Cañaveral también advirtieron que teníamos problemas de comunicación... Todo esto sucedía ocho horas antes del único día que teníamos para lanzar nuestro satélite", dijo Ordoñez.



Lanzador Falcon 9 en vuelo para poner en órbita al SAOCOM 1B

Afortunadamente los ensayos verificaron que el satélite estaba en perfectas condiciones y, poco después, desde Córdoba confirmaron que se habían restablecido las comunicaciones con las estaciones terrenas. Pero el alivio volvió a ser interrumpido por la noticia de que se aproximaban cuatro tormentas eléctricas. "Se me pone la piel de gallina cuando lo revivo. Éramos sólo cuatro ingenieros argentinos en una sala de control de SpaceX preparada para 20 personas, donde habíamos colgado las banderas de CONAE y de Argentina. Miraba por la ventana y veía el cielo cada vez más negro", dijo Ordoñez. "Llovía a cántaros. No se podía creer", agregó Kulichevsky. "Por suerte no hubo ninguna descarga cercana al lanzador, porque eso nos hubiese llevado a tener que haber ejecutado de nuevo el procedimiento inicial de ensayo del satélite y podríamos haber perdido la ventana de lanzamiento, que tenía que ser a una hora precisa", señaló Juan Pablo Cuesta.





Funcionarios nacionales y provinciales despiden al SAOCOM 1B en el aeropuerto de Bariloche.

## La cuenta regresiva

Faltando media hora para el lanzamiento, los diez parámetros del Monitor Climatológico del Range (la máxima autoridad de la Base Cabo Cañaveral) que hasta entonces estaban pintados de rojo, comenzaron a ponerse en verde. 15 minutos antes todavía quedaba uno marcado con rojo. Recién 3 minutos 50 segundos antes del lanzamiento, se puso en verde. Ahí obtuvieron la autorización "Go" del lanzamiento. A las 20:04 hs Ordoñez fue el encargado de confirmar a SpaceX que el satélite argentino estaba listo para ser lanzado. A las 20:18 finalmente partió hacia su órbita. "Creo que nunca en mi vida sentí tanta sensación de alivio. Recuerdo sentir el ruido de los motores del lanzador y agarrarme la cabeza. No lo podía creer", exclamó. "Ni bien se lanzó salimos todos a verlo, con una alegría enorme después de tanto esfuerzo", agregó Cuesta.

"Fue un lanzamiento fiel a lo que habíamos vivido en toda la campaña: sufriendo hasta el último minuto, pero después fue una explosión de alegría inconmensurable", dijo Kulichevsky. "Fue un desafío muy grande que enfrentamos con muchísimo compañerismo, tanto del personal de INVAP como de CONAE. Era el equipo SAOCOM. Eso nos permitió sobrellevar todas las adversidades", concluyó.

"Estuvimos a la altura de las circunstancias. Este lanzamiento nos hizo sufrir un poco pero fue un éxito. Además, nos dejó una lección aprendida: quedó demostrado que podemos lanzar distribuidos en distintos países y provincias. Nunca habíamos hecho algo así. Y hasta hace poco tiempo hubiera sido algo impensado", consideró Josefina Pérès, Jefa de Proyecto SAOCOM.

## En el espacio

A las 20:30 hs el Centro de Control de Misión de la CONAE tomó contacto por primera vez con el satélite en el espacio, cuando se verificó la pasada por la estación terrena de Lima, Perú. Luego, el SAOCOM 1B abrió los paneles solares para cargar las baterías y prender el GPS. A partir de ese momento, comenzaron a desarrollarse las denominadas actividades críticas, con el despliegue de la enorme antena del Radar de Apertura Sintética, de 35 metros cuadrados. Desde la CONAE destacaron la eficiencia con la que se desarrolló la operación, debido a la experiencia adquirida anteriormente con SAOCOM 1A. En sólo siete horas y media desplegaron con éxito los siete paneles de la antena y en 20 horas alcanzaron el modo Ciencia, en el cual se puede utilizar el radar, contra 72 horas que demoraron en hacerlo con el SAOCOM 1A en 2018.

Con la misma eficiencia también obtuvieron las primeras imágenes del SAOCOM 1B, que muestran a la Argentina desde el Espacio y que sorprendieron por su calidad. El 30 de noviembre, el satélite alcanzó su órbita final junto a su hermano gemelo, el SAOCOM 1A. A partir de ese momento comenzó la etapa de calibración final del sensor radar, para luego entrar en servicio operativo.

"Estamos muy contentos porque logramos llegar a la órbita definitiva en los tiempos que se planearon, sin ninguna contingencia. Fue un trabajo intenso que demandó dos meses de tareas, con un equipo de profesionales muy coordinado", informó Bruno.



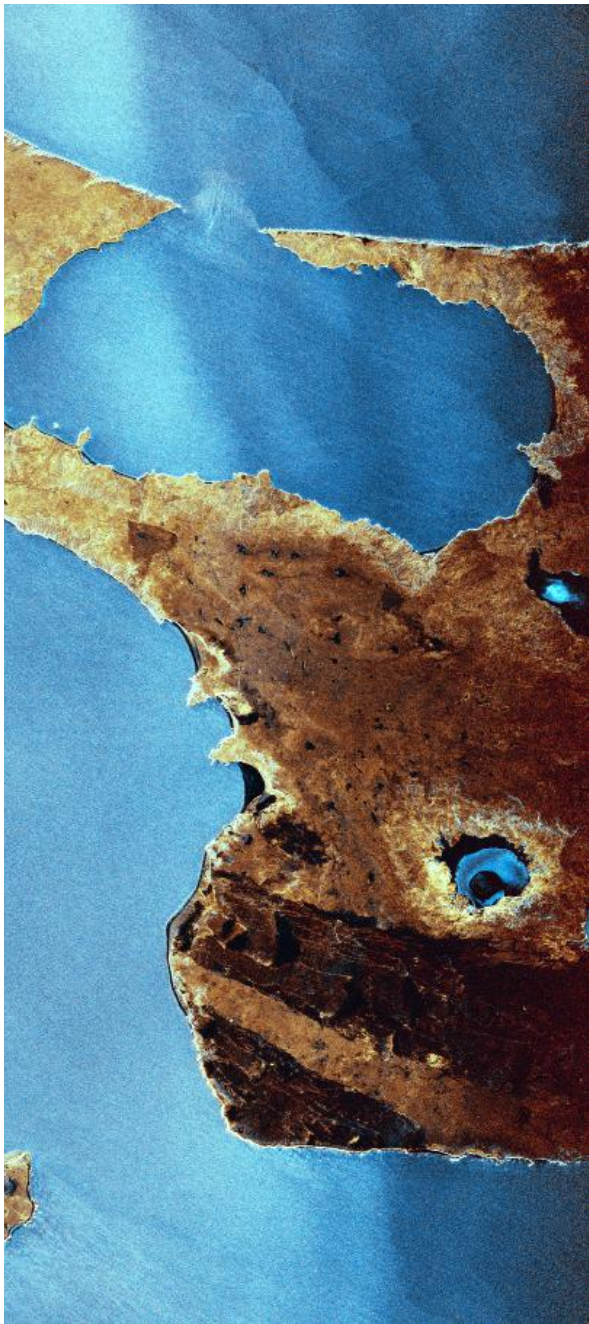


## LA ARGENTINA VISTA POR SAOCOM 1B

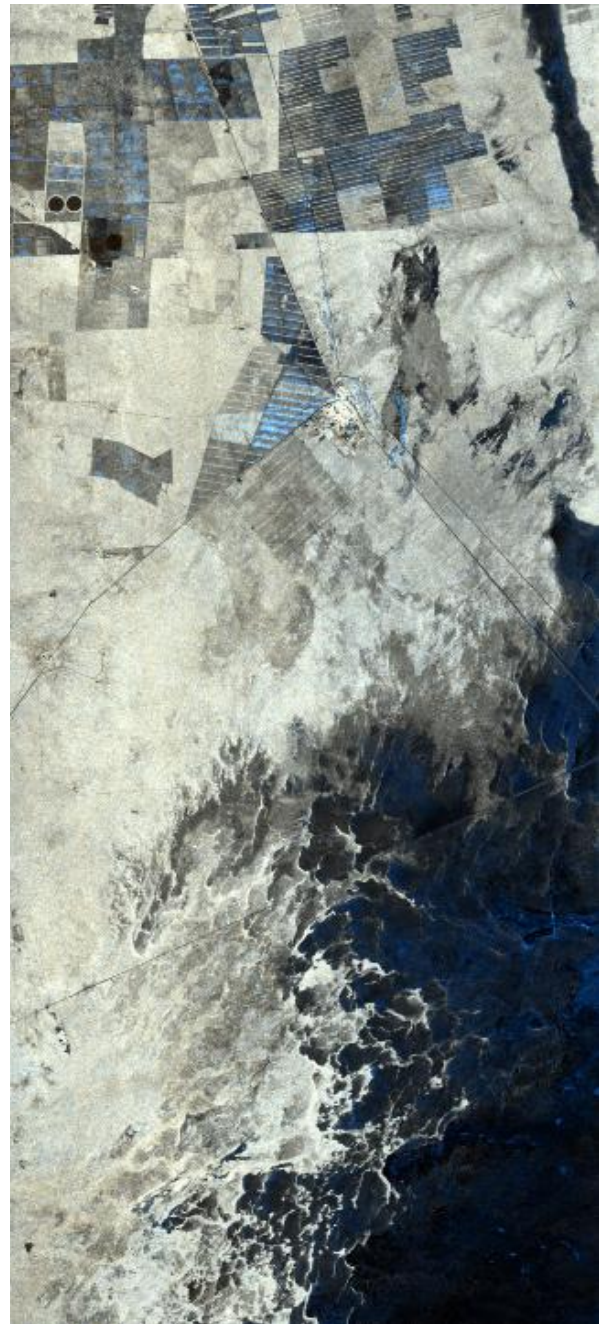
AGOSTO 2021

14

#EspacioCONAE - Boletín interno de la agencia espacial argentina



Agua y erosión en la Península de Valdés, Provincia del Chubut, vista por el SAOCOM 1B el 12/09/2020.

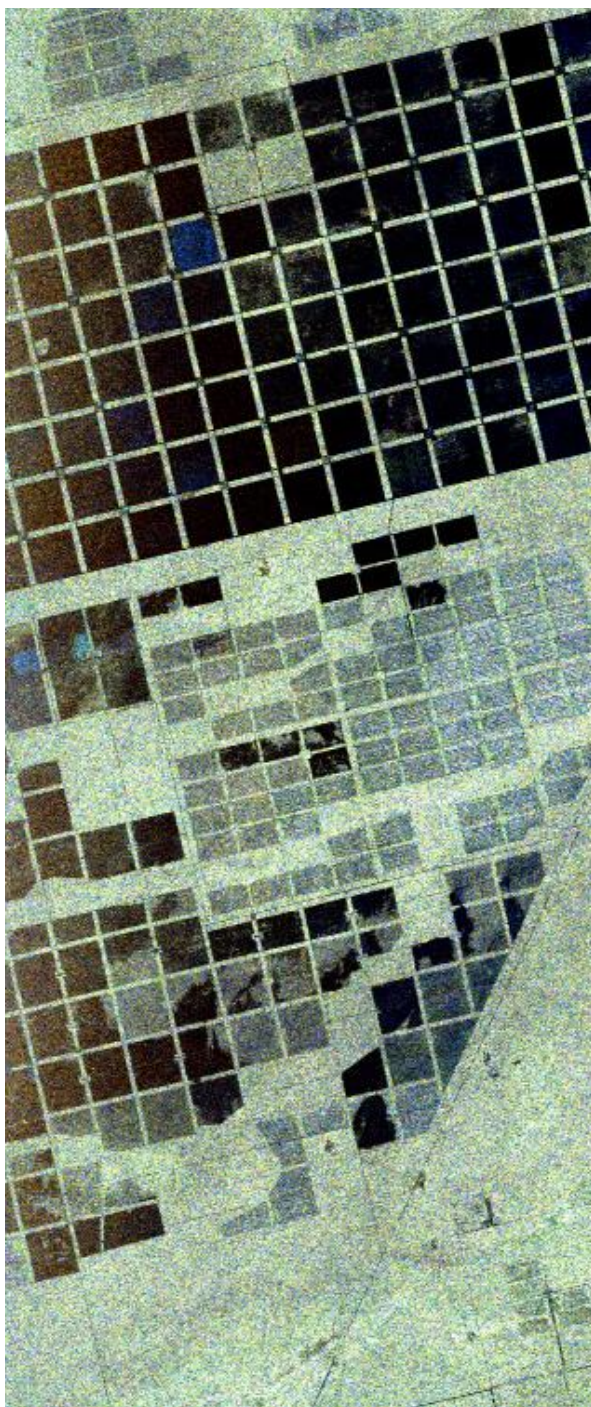


Agua, vegetación y actividad agrícola en la provincia de Córdoba, vista por el SAOCOM 1B el 18 /09/2020.

La primera mirada SAOCOM 1B fue sobre la Península de Valdés en la costa de la provincia del Chubut. En esta superficie el radar SAR detectó el contenido de agua de las salinas, tanto en la superficie como dentro de la capa salina (tonos azulados). Los acantilados se muestran en tonos muy claros y las zonas más oscuras en la costa indican poca profundidad de agua, sin oleaje. Las dos franjas oscuras se corresponden con la erosión eólica del terreno, producida por dunas de arena desplazadas por acción de los vientos.

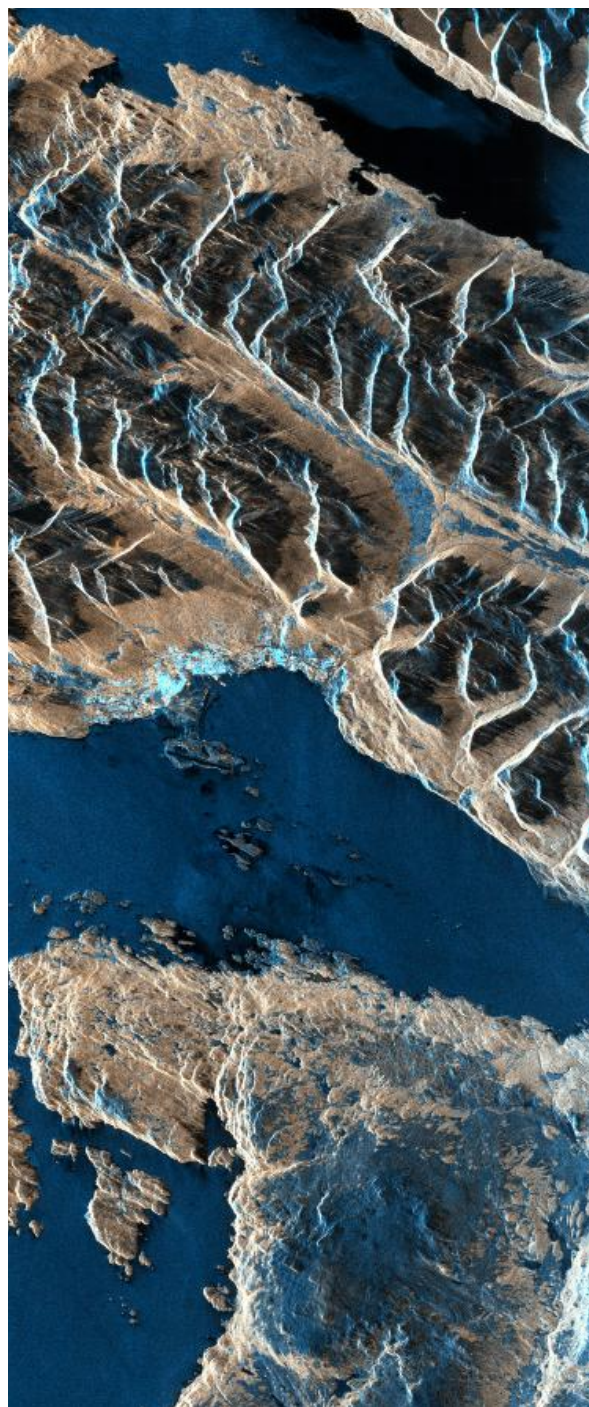
El SAOCOM 1B captó imágenes del Lago Salinas Grandes, que se encuentra en la zona limítrofe entre las provincias de Córdoba, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero. Al igual que en el caso anterior, el radar penetró la capa superficial y tomó datos sobre el contenido de agua, que se pueden ver en tonos azulados. Hacia el Norte y Sur de la escena se observan en tonos claros regiones de vegetación natural y establecimientos agrícolas con áreas circulares de los sistemas de riego por pivote.





Vegetación natural y cultivos en la provincia de Salta, vista por el SAOCOM 1B el 18/09/2020.

Esta imagen obtenida por el SAOCOM 1B muestra una región de la provincia de Salta al límite con Chaco, donde también se observan superficies cubiertas por vegetación natural que está siendo desplazada por otro uso de suelo. La región cuadrículada corresponde a un establecimiento agrícola ganadero inmerso en el monte nativo, que se ve en tonos claros. El color interior de cada cuadrado indica distintos tipos y estado de cultivos.



La ciudad de Ushuaia, el aeropuerto, vegetación, roca y mar en la Isla Grande de Tierra del Fuego, vista por el SAOCOM 1B el 14/09/2020.

La imagen captada por el satélite SAOCOM 1B corresponde a la Isla Grande de Tierra del Fuego. Al Sur se puede observar el Canal de Beagle y la isla Navarino, ubicada en territorio chileno. En la costa sur se ve en tonalidades celestes la ciudad de Ushuaia, Argentina. También puede observarse la pista del aeropuerto de Ushuaia en una línea color negro. Dada la combinación de bandas del espectro electromagnético utilizada para esta imagen, la vegetación natural se ve en tonos marrones claros, mientras que la roca pelada, sin cobertura vegetal, se observa en tonalidades azuladas.-





## PRINCIPALES PRODUCTOS



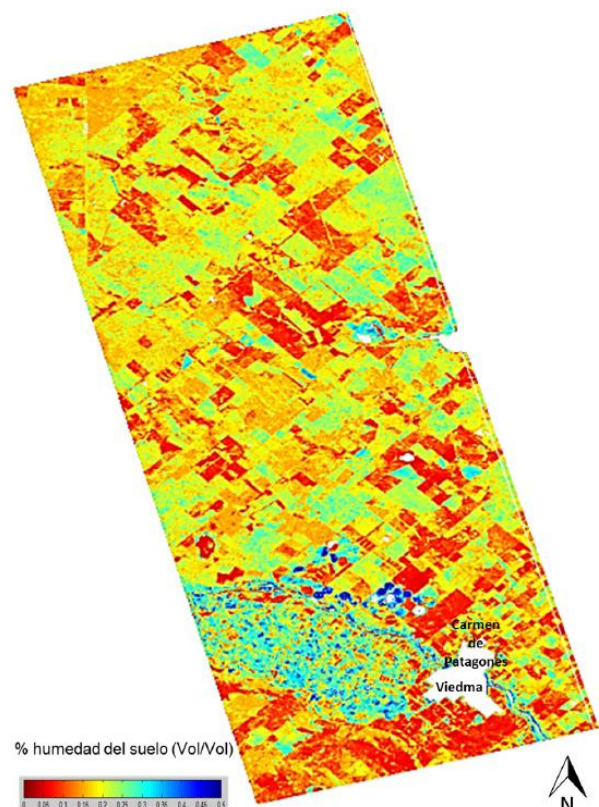
A partir de la Constelación SAOCOM, la CONAE desarrolló un conjunto de productos con beneficios para el sector agropecuario, en particular para la toma de decisiones de siembra, fertilización y otras prácticas de manejo de los cultivos agrícolas. Además estos satélites brindan herramientas útiles para la prevención y la gestión de emergencias ambientales tales como inundaciones e incendios.

Álvaro Soldano, subgerente de Aplicaciones y Productos de Observación de la Tierra de la CONAE, detalló los productos destacados:

### Mapa de humedad del suelo

A diferencia de la señal óptica, el radar es muy sensible a la variación del contenido de humedad en el suelo y por eso puede registrar su valor y detectar sus cambios en el tiempo. En la Pampa Húmeda, la señal del satélite puede penetrar la capa superficial del suelo, entre 10 y 50 cm, dependiendo de la cobertura vegetal, el tipo de suelo y el contenido de humedad.

Con esta información los productores pueden conocer, con resolución espacial de 150 y 800 m de pixel, cómo varía la humedad en su lote y tomar mejores decisiones en el manejo de sus campos en las etapas de siembra, fertilización, fumigación y cosecha para cada cultivo. Este mapa aporta una información vital en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país, debido a que permite optimizar su consumo y el manejo de los sistemas de riego en función de las necesidades hídricas reales de los cultivos.

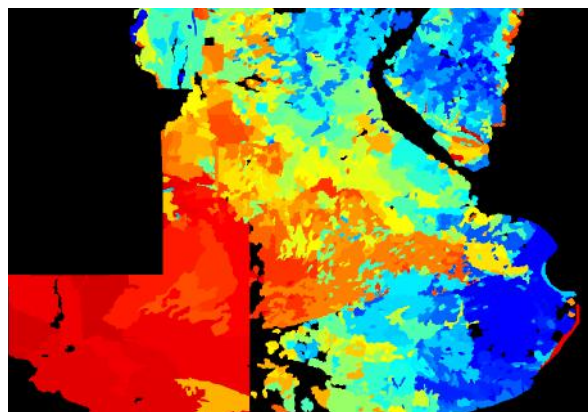






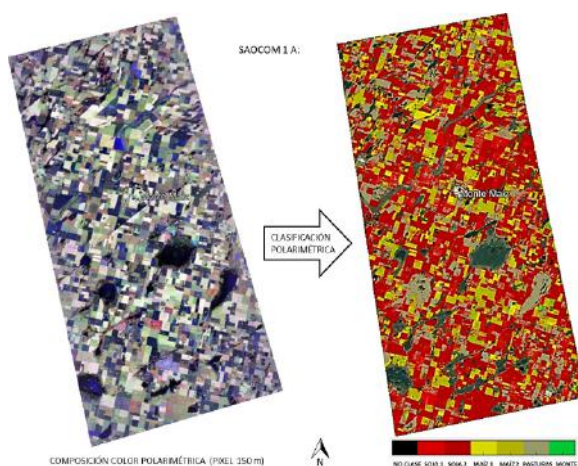
## Mapa de humedad del perfil de suelo

Este producto provee una estimación del contenido de agua en el suelo hasta una profundidad de 50 cm y permite analizar su evolución en el tiempo. Los mapas son publicados diariamente con información de cinco provincias de la Región Pampeana argentina en el GeoPortal en la web de la CONAE y distribuidos de manera libre y gratuita a usuarios, como productores, asesores y extensionistas.



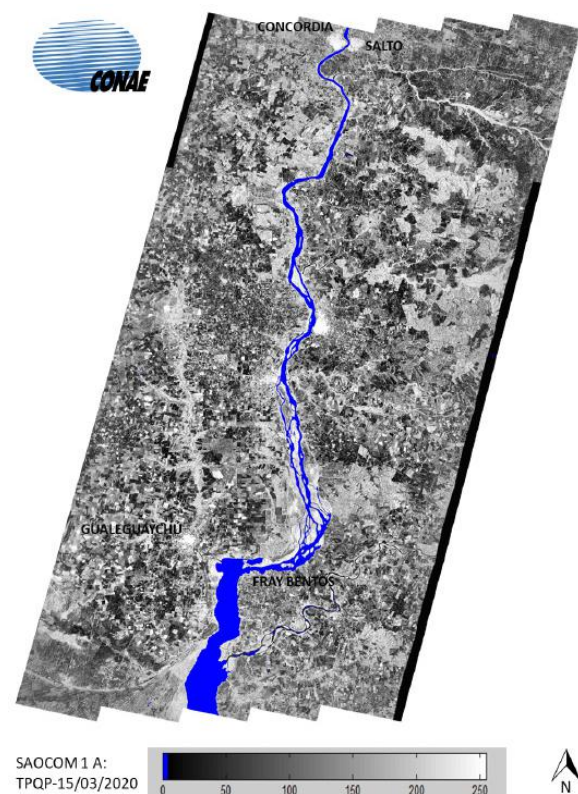
## Mapa de clasificación de cobertura

Las cuatro bandas polarizadas que poseen las imágenes de los satélites SAOCOM permiten acceder a una información única sobre las diferentes coberturas terrestres (vegetales, suelos y cuerpos de agua, por ejemplo) y mejorar su discriminación a partir de identificar su estructura, con mayor detalle respecto de la obtenida con satélites ópticos. Por ejemplo, es posible identificar cultivos o bosques entre la vegetación. Si se trata de cultivos, permite precisar si se trata de soja, trigo, maíz u otra especie. Del mismo modo, podría identificar especies naturales de las implantadas en un bosque e indicar qué tipos de plantas crecen en determinada superficie.



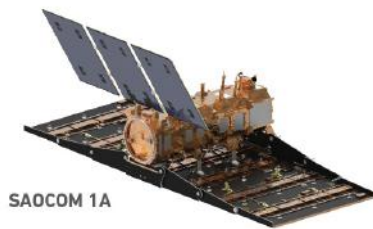
## Máscaras de agua

Las imágenes radar son muy sensibles a la presencia de agua en el suelo, por lo que son útiles para delimitar, de manera precisa, áreas agrícolas inundadas o cuerpos de agua. Cuando ocurren inundaciones, las imágenes provistas con sensores ópticos no logran "ver" el agua debajo de los cultivos porque no los pueden atravesar, con lo cual no se alcanza a detectar el área encharcada en toda su dimensión. Con esta nueva tecnología, los productores pueden saber qué superficie del suelo está realmente saturada para evaluar o evitar pérdidas en sus cultivos. De la misma forma, el análisis de las imágenes SAR también permiten ver cómo se reducen los cuerpos de agua en momentos de sequía.

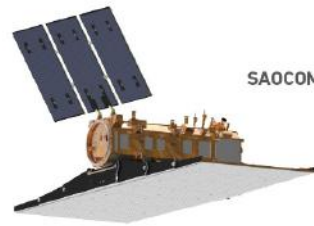




## Más aplicaciones



SAOCOM 1A



SAOCOM 1B

### Mapa de contenido de agua en vegetación

La señal radar SAOCOM no sólo permite acceder a información sobre la humedad disponible en el suelo, sino también sobre la humedad que contienen los cultivos. Se trata de una aplicación que no existía hasta ahora y a partir de la cual los agricultores podrán tomar mejores decisiones ante las sequías. Este producto se encuentra en etapa de validación con datos de campo.

### Mapa de estadio fenológico

El radar de los satélites de la CONAE permite identificar cada uno de los estadios fenológicos del cultivo y actuar de manera específica ante los requerimientos de cada etapa, para alcanzar mayores rendimientos.

### Mapa indicador de tipos de uso del terreno

Además de clasificar las coberturas terrestres, la información SAOCOM permite clasificar el uso del suelo según su cobertura, por ejemplo agrícola o urbana.

### Mapas de anomalía de rinde y de variación del rinde de soja, trigo y maíz

Se publican semanalmente en la web de CONAE la estimación estacional, la variación interanual y la anomalía respecto de una serie histórica, del rinde de los tres cultivos extensivos más relevantes de la Región Pampeana argentina.

### Interferograma diferencial y mapas de coherencia

La señal del radar es muy sensible a los movimientos del terreno por lo que puede detectar cambios entre diferentes fechas en las que se adquirieron las imágenes. Principalmente, en zonas con actividad vulcanológica, donde los suelos tienen una dinámica perceptible, es posible monitorear su evolución, detectar áreas que están sufriendo deformaciones y a partir de esta información dar aviso para la toma de medidas de prevención.

### Guías de crecidas

Se trata de un producto útil para el monitoreo, el diagnóstico y el pronóstico en las cuencas hídricas, sobre la base de información SAOCOM. Esta herramienta ayuda a la estimación de los caudales de salida de las cuencas y en la gestión de inundaciones, para que las autoridades responsables puedan actuar ante la emergencia.

### Mapas de detección de barcos

Como es muy sensible a la rugosidad y al cambio de la conductividad eléctrica de los objetos, el radar puede detectar la presencia de embarcaciones en el océano y estimar, además, mapas de velocidad del viento, de utilidad para la seguridad en la navegación.





## ¿HACIA DÓNDE VAMOS?

Luego de haber completado con éxito la Constelación SAOCOM que, junto al Sistema de Satélites Ítalo Argentino para la Gestión de Emergencias (SIASGE) ofrece un conjunto de servicios únicos en el mundo para el agro y la gestión de emergencias ambientales, desde CONAE se disponen a avanzar este año en el desarrollo de nuevos satélites y en los proyectos de acceso al espacio, entre otras iniciativas.

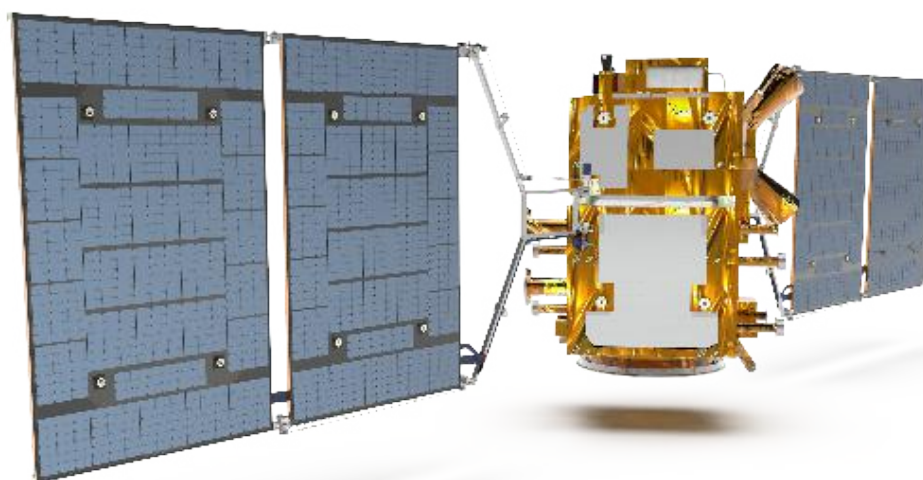
“Desde el punto de vista satelital, continuamos con el proyecto SABIA-Mar, que está en la etapa de ingeniería de detalle, y que prevemos lanzar en 2023. Además iniciaremos los análisis conceptuales para la nueva generación de SAOCOM. Estamos evaluando nuevas tecnologías desarrolladas en estos años, que podríamos incorporar para mejorar la eficiencia de estos satélites”, dijo Raúl Kulichevsky, Director Ejecutivo y Técnico de la CONAE.

Otra línea de trabajo es la Arquitectura Segmentada y la serie SARE, con el desarrollo de una constelación de pequeños satélites capaces de compartir recursos y combinar información de sus instrumentos. “Estos satélites podrán comunicarse entre ellos y con otros geostacionarios, por ejemplo; lo cual representa un gran desafío porque hasta hoy ninguna agencia espacial ha podido implementar en la práctica una

constelación con este tipo de capacidades”, afirmó Kulichevsky.

Los proyectos de acceso al espacio también van a tener un lugar preponderante. “Seguimos trabajando en el desarrollo de vehículos experimentales, los cuales nos permitirán afianzar muchas tecnologías necesarias para los proyectos Tronador II y III, con los cuales apuntamos a colocar satélites de entre 600 y 700 kg en órbitas bajas”, informó. “El área de acceso al espacio también involucra todas las facilidades del segmento de tierra para realizar lanzamientos desde Capetinas y, en el futuro, desde el Centro Espacial Manuel Belgrano, en el sur de la provincia de Buenos Aires”, sostuvo. También destacó la futura instalación de una antena de Telemetría y Telecomando (TTYC) en la Base Manuel Belgrano 2, en la Antártida, que mejorará la capacidad de servicios en el segmento terreno, tanto para las misiones de CONAE como para las de terceros.

Por último señaló que apuntan a continuar con la formación de recursos humanos mediante iniciativas como el programa 2MP (2 Millones de Pibes), para capacitar a jóvenes y maestros de todo el país, y a generar nuevos convenios con instituciones de los sectores público y privado para difundir los beneficios del uso de información satelital.







Antena radar SAOCOM 1B y personal del LIE, finalizada su integración y ensayos en el CETT de la CONAE.



**30 AÑOS CONSTRUYENDO  
INDEPENDENCIA Y SOBERANÍA TECNOLÓGICA**