

## INNOVACIÓN AEROESPACIAL

# “SAOCOM es el mayor desafío que ha tenido el país en el área satelital”

Laura Frulla, investigadora principal de la misión y referente del satélite de observación argentino, reconoce el carácter estratégico y los aportes para el agro. Desarrollado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales -CONAE-, permitirá medir la humedad del suelo y alertará sobre potenciales inundaciones, incendios y enfermedades de interés agrícola.

POR CECILIE ESPERBENT Y MARIO MIGLIORATI  
FOTOGRAFÍA PAULA AGUILERA

El desarrollo de la misión SAOCOM representa un desafío para la ciencia espacial argentina y pone a los ojos del mundo la capacidad de las científicas y científicos para diseñar un satélite que proveerá información en cualquier condición meteorológica, tanto de día como de noche, a través de microondas en banda L.

El SAOCOM 1A ya se encuentra en órbita para la observación de la tierra desde el espacio y, a la espera el próximo año de su gemelo SAOCOM 1B, cuenta con características que superan a los satélites-radar desarrollados por Japón, una potencia aeroespacial.

Con capacidad para brindar información destinada a prevenir, monitorear, mitigar y evaluar catástrofes naturales o antrópicas, también le permitirá al productor contar con datos en tiempo real que podrán marcar la diferencia en una campaña agrícola.

A los ya posibles aportes sobre la reserva de humedad en el suelo y su disponibilidad, índices de vegetación y control de plagas, suma aplicaciones para las alertas sobre potenciales inundaciones, incendios y enfermedades de interés agrícola. “Es información estratégica y de relevancia para los productores”, dice la doctora en física Laura Frulla para agregar: “Contar con estos datos en tiempo real podrá marcar la diferencia en

una campaña”. Este es un factor crítico para la producción agropecuaria y clave para decidir cuál es el mejor momento para la siembra, fertilización y riego, en cultivos como soja, maíz, trigo y girasol.

Y si bien tomará datos de todo el mundo, con el aporte del INTA, podrá saber cuál es la humedad del suelo en la Región Pampeana en un área de interés de alrededor de 83 millones de hectáreas con una resolución de un kilómetro.

Otros usos de este instrumento de radar polarimétrico, con una antena de 35 m<sup>2</sup> y alta sensibilidad en sus adquisiciones, podrán destinarse en aplicaciones hidrológicas, costeras y oceánicas como también en nieve, hielo y glaciares. Aunque también despierta interés y oportunidades para estudios urbanos, de seguridad y defensa junto a otras áreas de interés productivo.

Esta científica reconocida internacionalmente, que se integró hace ya 20 años a la CONAE para trabajar en calibración radiométrica y geométrica del satélite SAC-C, no deja de expresar que se trata de uno de los grandes orgullos de la CONAE y “un gran avance para el país, que nos otorga soberanía tecnológica”.

**¿Qué conocimientos fueron necesarios para identificar lo que se quería**

**medir con este satélite? ¿Qué perfiles aportaron y desde qué disciplinas?**

Este satélite reúne muchas ópticas. Pero en realidad, el nacimiento del satélite desde los requerimientos y de pensar “qué queremos que mida”, se conforma desde el aporte de disciplinas como la agronomía, la biología, así como del conocimiento de profesionales de disciplinas como el urbanismo, la geología y la meteorología. Se tuvieron que tener en cuenta múltiples elementos porque había que darle al instrumento una versatilidad tal que pudiera identificar distintos aspectos; es decir, no solo que permitiera conocer la humedad del suelo, que la puede detectar, sino además detectar rasgos en las zonas urbanas y medir desplazamientos de la superficie, identificar variaciones de alturas y generar modelos digitales de elevación. Para todo esto, se requirieron distintas miradas desde lo que es la aplicación.

**Todos estos aportes, ¿qué capacidad le dieron al SAOCOM para que se distinga del resto de los satélites?**

Hemos analizado el comportamiento de lo que mide un instrumento de radar en microondas (referido como el coeficiente de retrodispersión) de acuerdo con el tipo de superficie, y también hemos tomado como referencia los valo-



“Podimos hacer un satélite como lo hacen las potencias y esto nos genera orgullo”.

res obtenidos por otros instrumentos de radar en las microondas, sumado a lo que predice la teoría. En función de esto, pudimos definir la capacidad que le daríamos al instrumento para identificar distintos elementos de la superficie terrestre y la sensibilidad a las variaciones de los mismos. Esto está relacionado, entre otros parámetros, con lo que se llama rango dinámico de un instrumento. Este parámetro es justamente el que distingue al instrumento que lleva el SAOCOM del resto en su tipo y lo pone por encima de cualquier otro instrumento de radar. Para entender la importancia de contar con un instrumento con un rango dinámico tal que permita identificar todos los elementos de la superficie terrestre y que además sea sensible a las variaciones de los mismos, podemos recurrir a un ejemplo. Si necesitas medir una mesa que mide 1 m y te damos una regla de 10 cm graduada al milímetro, se puede medir, pero necesitarás realizar al menos 10 mediciones consecutivas para medir 1 m y vas a tener un error de al menos 1 milímetro. Ahora bien, si en cambio te damos una regla de 1 m graduada a 1 décima de mm, podrás medir 1 metro de una sola vez y la medición se hará con una décima de mm de error. Esto llevado a lo que nos ocupa, es decir, el rango dinámico de un instrumento, es entonces el rango de valores de coeficiente de

retrodispersión posibles de ser medidos por el instrumento (ejemplificado con la regla de 1 m) junto con la capacidad de distinguir elementos o la sensibilidad a las variaciones de los elementos (ejemplificado con la graduación de la regla a la décima de mm).

#### **Son características que le otorgan versatilidad como se sostiene desde la CONAE...**

Dada esas características decimos que el instrumento es muy versátil. Puede medir decibeles -potencia-, desde el -5 dB, para lo que es ciudad, hasta 35 dB en lo que respecta a la humedad en el suelo, siendo éste el parámetro más exigente para poder realmente hacer aportes a la agricultura. Esta característica impone condiciones muy restrictivas sobre la antena que porta el SAOCOM. En este sentido, la planitud de la antena debe ser casi perfecta y sus dimensiones de 10 m de largo por 3,5 m de ancho, lo que resulta en una antena de 35 m<sup>2</sup>, con 140 miniantenas para transmitir y recibir los pulsos que hacen posibles las mediciones.

Lo aquí descripto no hace más que reforzar la característica interdisciplinar de este proyecto, y de cualquier proyecto que esté en el marco del Plan Nacional Espacial de la CONAE, cuyo objetivo fun-

damental es satisfacer los sectores económicos, productivos y sociales del país.

#### **Y en particular los agrónomos, ¿qué función tienen?**

Los agrónomos intervienen no sólo en plantear qué información quieren recibir, sino que también intervienen en los procesos de validación. En síntesis, y en general, para el inicio y fin del proyecto. Es decir, para las fases de definición del mismo y validación de las mediciones, necesita la gran variedad de disciplinas abarcativas de los aspectos sociales, económicos y productivos de nuestro país. En cambio, para la fase de desarrollo del satélite y de generación de los productos, se requiere de todas las disciplinas de la ingeniería, incluyendo la industrial, como así también matemáticos, físicos, desarrolladores de software y analistas de sistemas, entre otros...

#### **El satélite fue armando en partes donde intervinieron otros países...**

Los módulos de transmisión y recepción de los pulsos, que son el corazón del instrumento, se construyeron en Italia en Thales Alenia Space (el mayor fabricante de satélites europeo), y los mandaban para Argentina, al Laboratorio de Integración y Ensayos (LIE) en nuestro Centro

## La imagen no es todo

Hay distintos modos en los que se trabaja con imágenes de radar, entre los que se encuentra el *StripMap*, *TOPSAR Narrow* y *Wide*. “Las diferencias que existen entre uno y otro son por ejemplo la resolución espacial y la cobertura”, explica Laura Frulla y aclara: “El modo *StripMap* tiene franjas más angostas y los modos *TOPSAR Narrow* y *Wide* tienen franjas más anchas y, en consecuencia, al tener más cobertura, menos resolución espacial”.

Al respecto, indica que el modo *StripMap*, que es más angosto y tiene menos haces involucrados en la captación para calibrar, es una información que para marzo de 2019 podrá estar disponible. “Aunque nosotros ya estamos planificando y adquiriendo imágenes”, indica.

Actualmente se están ejecutando una serie de pruebas y ajustes en toda la cadena de operación del satélite, lo que incluye el Segmento Terreno. Hay una serie de procedimientos a cumplir bajo cronograma que abarcan desde el pedido de una adquisición hasta su bajada en una estación de recepción, su procesamiento y distribución. Para que la información esté disponible para los usuarios, toda la cadena tiene que estar probada y funcionando.

“Las captaciones que ya se han realizado están hechas en el marco de ese cronograma de pruebas por lo que al momento se ha podido captar una zona del Delta, una zona del sur argentino (Lago San Martín), el área que comprende Vaca Muerta y una porción de la Antártida (la Base Marambio)”, destaca.

A las imágenes generadas por el radar “hay que hacerles muchas correcciones por distintos factores como, por ejemplo, la observación lateral que produce distorsiones geométricas, el patrón de antena, que es diferente en el rango cercano respecto del lejano”, dice.

Por otra parte, la atmósfera ejerce una pequeña rotación a las componentes polarimétricas del pulso. Estos son algunos de los efectos que hay que corregir para que la radiometría de la imagen refleje las condiciones reales de observación.

La investigadora asegura que esta tecnología, en lo que hace a la producción de imágenes, coloca a los instrumentos de radar en una situación de ventaja frente a los sensores ópticos porque no dependen de la iluminación solar y las adquisiciones no se ven imposibilitadas por perturbaciones atmosféricas como lluvia, nubes o humo.

“Cuando decimos que es superior al satélite japonés en banda L, podemos probarlo”.

Espacial en la provincia de Córdoba, donde se fueron probando e integrando a los correspondientes controladores (desarrollados en el país) y a los paneles que conforman la antena cuya estructura estuvo a cargo de CNEA. Cada partecita tuvo que ser probada a medida que se integraba. Ni bien se terminó la integración de los 140 módulos en los 7 paneles de la antena, ésta fue enviada a INVAP, en donde la estaba esperando el cuerpo del satélite.

### ¿Qué participación tuvo el INVAP de la ciudad de Bariloche?

En el INVAP se integró la antena al cuerpo del satélite, cuyo desarrollo ha-

bía estado a su cargo, como así también la electrónica central y algunas componentes de la antena como las cajas de despliegue.

### Con toda esta complejidad y años de trabajo, ¿tuvieron demoras sobre los tiempos proyectados?

Hubo partes que no llegaban cuando tenían que llegar. En el ínterin en Italia hubo un terremoto que produjo demoras, a pesar de toda la colaboración que recibimos. Esto fue por el terremoto de L'Aquila -agosto de 2016- donde se desarrollaban los módulos de recepción y transmisión. También hubo un tema de prioridades europeas, como el de la Agencia Espacial Europea (con la construcción de sus satélites Sentinel) que involucra a Thales Alenia Space, empresa que estaba desarrollando nuestros módulos. Sin dudas, las esperas fueron un aspecto importante en el proyecto.

### Con toda esta experiencia y camino recorrido, ¿qué conocimientos quedan para el equipo formado en el país?

Si bien somos pequeños frente a las potencias del sector, pudimos hacer un satélite como lo hacen las potencias y esto nos genera orgullo.

### Argentina desarrolló un satélite de avanzada que supera con su tecnología a los que están en funcionamiento...

Cuando decimos que es superior al satélite japonés en banda L, podemos probarlo. No tiene nada que envidiarle y es superior por el rango dinámico del SAOCOM. Hay algo más y tiene que ver con la relación señal a ruido que, al ser mejor, ayuda a la identificación de los distintos aspectos de la superficie terrestre.

### Desde esta visión, ¿cómo se llega a un desarrollo de vanguardia?

Solo se puede explicar porque somos argentinos... creo que esta es la primera respuesta. Por supuesto que hemos tenido colaboración de la Agencia Espacial Europea y de la NASA. Esta última a nivel de campo, en lo que hace a los procesos de validación y a las mediciones en el terreno de humedad en el suelo. La NASA tiene una misión que se llama SMAP que puede identificar humedad

de suelo con 9 km de resolución espacial. A pesar de que ya habíamos hecho otros intentos de instalación de sitios para medición de humedad del suelo, en Argentina instalamos con la NASA el primer sitio efectivo en la localidad cordobesa de Bell Ville, espacio facilitado por el productor Romagnolli. NASA nos sugirió dónde y cómo teníamos que instalar los instrumentos para que las mediciones resulten mejores. Cabe destacar que este sitio fue el único elegido por la NASA para Latinoamérica y se utilizó como sitio modelo para la calibración y validación del producto humedad del suelo generado por SMAP. Así, al día de hoy se cuenta con más de 100 sensores distribuidos en toda la región pampeana a imagen y semejanza del sitio piloto de Bell Ville.

### ¿Cómo los productores podrán acceder a los datos que genere el SAOCOM?

Voy a parafrasear a Pablo Mercuri, director del Centro de Investigación en Recursos Naturales (CIRN) del INTA, en cuanto a que: "Conocer el contenido de agua, es fundamental para su gestión". De por sí, contar con una resolución espacial de 100 m el contenido de humedad en el suelo, para los más de 80 millones de hectáreas que comprende la Región Pampeana, es un gran aporte.

A través de la Web de CONAE los usuarios van a poder acceder a un catálogo para visualizar todas las adquisiciones realizadas. En particular aquellos que tengan convenio con CONAE po-

drán ingresar desde el catálogo a otro nivel para realizar el pedido de la imagen. Allí seleccionarán la imagen deseada si es de archivo o pedir una región de interés para solicitar la adquisición a futuro.

### Estos datos que aportará son muy esperados, por el impacto que tendrán desde lo productivo...

Nosotros no solo vamos a obtener la humedad en el suelo en un área, sino que vamos a contar con las capas del mapa a 2 m de profundidad. Esto dará una idea de si hay napa freática y dónde, siempre y cuando no esté a mucho más de 2 m de profundidad, y también permitirá la identificación de acuíferos. Se trata de un aporte importante que además se lo puede vincular con otro tipo de información. Es un desarrollo que sostiene las políticas públicas y, en el caso del INTA, es un usuario primario de la información que genere.

### ¿Qué representa este desarrollo para la soberanía tecnológica nacional?

Es un orgullo para Argentina poder ser parte de este desarrollo, en el sentido de que las agencias espaciales nos respetan. Nos consideran y están esperando esta información. Pero tenemos que pensar cómo ponerla a disposición, porque no la podemos brindar sin una contraprestación, no la podemos regalar. Contrariamente, en el exterior se está instalando el concepto de uso libre y abierto de la información lo que nos lleva

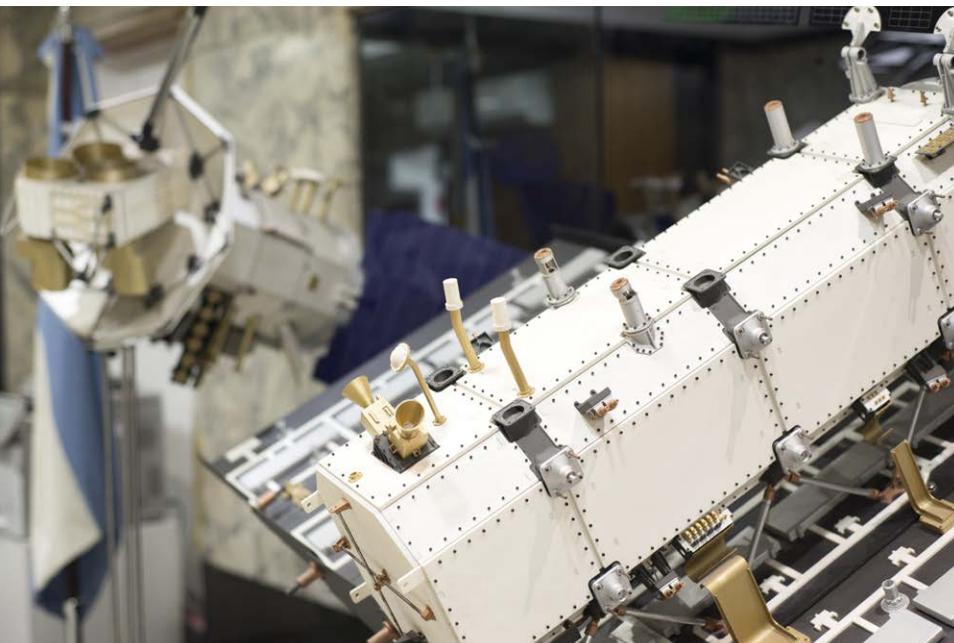
a considerar los usos posibles: gubernamental, emergencias o académico, a partir de destinarles una cuota. De ahí en más el uso que podamos hacer del resto de la información será comercial. En este punto, estamos en una instancia de negociación con las agencias. Otra cuestión surge del soporte que hemos recibido de éstas, por lo cual, y de alguna manera, se tiene que hacer una devolución.

### ¿Cómo se vivió la puesta en órbita del SAOCOM en el país y el mundo? Más allá de lo que significa como noticia y yendo a lo que genera en cuanto a la producción de nuevos datos...

Lo primero que surge es que para que en el país se incorpore el uso de esta información, hay que trabajar y mucho. No están muy instalados sus posibles usos exceptuando al INTA, un caso particular porque tiene trayectoria en el uso de dato satelitales. En ese aspecto es una de las más adelantadas entre todas las instituciones. Del resto no está del todo claro si están en el proceso de transformación, porque todavía dependen del dato acotado.

### Por lo que señala, no terminan de dimensionar la importancia de acceder a esta información en tiempo real...

Es información que hay que procesar y saber interpretar. Interpretar estos nuevos datos que aportará el SAOCOM significa un cambio de concepto.



"Es un orgullo para Argentina poder ser parte de este desarrollo, en el sentido de que las agencias espaciales nos respetan".

“Ahora, con el SAOCOM, hay mucho por trabajar para lograr incorporar el uso de la información satelital en la sociedad...”

## Información estratégica para el campo

La antena radar del satélite –una estructura de 10 metros de largo por 3,5 metros de ancho– emitirá hacia la Tierra pulsos en microondas, en la frecuencia 1,2 gigahercios (GHz), y recibirá la señal asociada a la humedad del suelo. Los valores de humedad de suelo calculados a partir de las mediciones de SAOCOM se mantendrán validados para la región pampeana gracias a la red de instrumentos de medición *in situ* instalada en 67 sitios distribuidos en Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, La Pampa y Entre Ríos.

Con una órbita polar y a más de 620 kilómetros de la superficie terrestre, el SAOCOM medirá la humedad del suelo, pixel a pixel, y a una escala de resolución de 100 metros. Este dato toma mayor relevancia si se lo compara con la misión SMAP (Humedad del Suelo Activo y Pasivo, según las siglas en inglés), de la NASA, con la que se obtiene un mapa de humedad de suelo cuya resolución es de 9 kilómetros y con la misión SMOS (Humedad del Suelo y Salinidad del Océano, según sus siglas), de la Agencia Espacial Europea (ESA), con la que se obtiene un mapa de suelo cuya resolución es de 35 kilómetros.

### Respecto a esta demanda, ¿quiénes en el mundo esperan esta la información? ¿Y qué sucede con los productores argentinos?

En el exterior la demandan las agencias espaciales, las instituciones y las empresas, estas últimas para vender la información. Ésta es información que se consume. Pero tenemos que reconocer que en el exterior hay una trayectoria en lo que hace al uso de información satelital y por lo tanto al conocimiento sobre los posibles usos de los satélites. En nuestro país el lanzamiento y la puesta en órbita del SAOCOM tuvo una repercusión muy importante que no la esperábamos. Y si bien ya habíamos lanzado los satélites SAC-B (1996), SAC-A (1998), SAC-C (2000) y SAC-D (2011), eran más bien

de uso académico. Ahora, con el SAOCOM, hay mucho por trabajar para lograr incorporar el uso de la información satelital en la sociedad y tener así un mayor reconocimiento a la necesidad de contar con este tipo de información.

### De ahora en más, ¿cómo se continúa y con qué proyectos a futuro?

El futuro hay que trabajarlo, construirlo. En esa línea está el SAOCOM 2, pero nos tenemos que adaptar a la realidad del país. El SAOCOM 1A se llevó mucho presupuesto y aún falta lanzar el 1B. Para que tengamos presupuesto depende de nuestro trabajo generando productos y que la gente los demande y se acostumbre a usarlos. Si hay requeri-

mientos, seguramente vamos a tener el presupuesto necesario para atenderlos.

### El SAOCOM 1B es el complemento del 1A ¿Qué funciones tendrá?

Es el gemelo del 1A y viene a mejorar la revisita. El ciclo de repetición del SAOCOM, cuando pasa por un mismo lugar con las mismas condiciones de observación, es de 16 días. Cuando tengamos los 2 satélites será de 8 días.

Ahora bien, se puede ver el mismo lugar con otras condiciones de observación, y la utilidad del dato dependerá del tipo de aplicación que tenga en mano. Por ejemplo, si lo que interesa es monitorear una inundación, el agua podrá ser distinguida independientemente de





las condiciones de observación, y esto favorece a la posibilidad de ver más veces un lugar sin necesidad de esperar 8 días. En cambio, si lo que me interesa es el ciclo fenológico de un cultivo, es imprescindible monitorearlo siempre con las mismas condiciones de observación. Esto se debe a que la reflexión del pulso en el cultivo es diferente o bien porque creció, o bien porque la forma de la observación se modificó. Por tal motivo para identificar el crecimiento, debo eliminar la otra variable vinculada con la forma de observación.

**¿Hay otros proyectos para los próximos años que nos puedan poner a la vanguardia en esta tecnología?**

Desde ya está el SAOCOM 2 y hay que empezar con su desarrollo. Seguramente no demandará el mismo tiempo porque hay un camino recorrido. Estamos en una línea de desarrollo para acortar aún más las distancias temporales, en algo que se reconoce como arquitectura segmentada. Y me refiero a que este satélite tiene una antena de 10 m de largo y un peso de 3 toneladas. La idea es estudiar, y en eso estamos, la posibilidad de lanzar satélites que sean más pequeños: entre 250 kg y 700 kg con antenas más chicas, por ejemplo, de 1 m. Entonces, con 10 satélites con antenas de 1 m operando de manera coordinada, queremos ver si podemos reproducir, con éstos, lo que puede hacer uno con una antena de 10 m.

Estos satélites más pequeños y livianos son mucho más fáciles de manejar, desde el punto de vista del desarrollo y del recurso económico requerido, y además si se rompen se pueden reemplazar. Por otro lado, el lanzamiento de estos satélites está vinculado con el proyecto de lanzadores que tiene la CONAE. El objetivo es estar en condiciones para lanzar nuestros satélites de arquitectura segmentada con nuestros lanzadores desde nuestro territorio.

**En qué grado de avance se encuentran...**

Se está trabajando de manera articulada con el sistema científico-tecnológico argentino.

**¿Cómo se trabaja junto a los jóvenes para que sean el futuro de estos desarrollos?**

Necesariamente hay que trabajar con los jóvenes. Es un tema cultural. Y recupero una frase de Conrado Varotto (ya retirado de la dirección de la CONAE, fundador del INVAP y responsable de poner en órbita los cuatro satélites que tiene la Argentina), quien dice: "La materia gris de los jóvenes es la que hay que aprovechar". Por lo tanto, se trata de contribuir siempre de algún lado.

**¿Qué significa ser investigadora principal de la Misión SAOCOM?**

Una gran responsabilidad, por ser quien firma los requerimientos de construcción del satélite y una cara visible en representación de más de 800 profesionales que trabajan en la misión.

**¿Qué es el proyecto SAOCOM?**

SAOCOM es el mayor desafío que ha tenido el país en el área satelital. Nos posicionó internacionalmente como los mejores en el segmento satélites radar y es el proyecto más destacado que ha generado la CONAE.

**Más información:** Laura Frulla  
lfrulla@conae.gov.ar

