

# Estación Terrena de Adquisición de Señales de Satélites no Geoestacionarios

Facundo Busano<sup>†</sup>, Marco Miretti, Emmanuel Dovis, Emanuel Bernardi,  
Hugo Pipino, Sergio Felissia, Gastón Peretti  
Grupo de Investigación y Desarrollo Electrónico (GIDE)  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional San Francisco (UTN-FRSFCO)  
San Francisco, Córdoba, Argentina  
<sup>†</sup>facundobusano@gmail.com

## RESUMEN

El creciente desarrollo de los nanosatélites ha conducido a empresas privadas y universidades a involucrarse fuertemente en la industria aeroespacial. Pese a que cada operador de nanosatélite suele poseer su propia estación terrena de comunicación y control, la reducida ventana de tiempo disponible para establecer la comunicación, por tratarse de órbitas terrestres bajas, hace necesaria una red global de recolección de datos. Es por ello, que mediante este proyecto se pretende desarrollar un sistema de posicionamiento de múltiples antenas que reciben señales (UHF, VHF y S-Band) provenientes de satélites no geoestacionarios, entre ellos los nanosatélites o CubeSat. Para luego, emplear dichas señales, compuestas de datos de telemetría e imágenes, en el monitoreo de la salud de cultivos, la cuantificación de superficies inundadas y el análisis climático de nuestro entorno.

Por último, además de adquirir, procesar y utilizar la información recolectada, el proyecto contempla la colaboración con los operadores ya establecidos en distintas organizaciones a nivel mundial.

**Palabras clave:** comunicación, sistema de control, procesamiento de imágenes, nanosatélites, posicionamiento.

## CONTEXTO

Esta propuesta de investigación se enmarca dentro de las áreas Control Automático de

Sistemas y Telecomunicaciones del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco. Además, las actividades involucradas en este proyecto se llevarán a cabo por los integrantes del Grupo de Investigación y Desarrollo Electrónico (GIDE), el cual se compone de becarios alumnos, docentes investigadores y becarios doctorales.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, más precisamente a partir del año 1999, la industria aeroespacial ha abordado, en conjunto con universidades y empresas privadas, cientos de proyectos de desarrollo de nanosatélites (término que hace referencia a satélites artificiales cuya masa se encuentra entre 1 y 10 kg), también denominados CubeSat. Éstos, surgieron de la unión de esfuerzos entre la Universidad Politécnica Estatal de California (San Luis Obispo, EEUU) y el Laboratorio de Desarrollo de Sistemas Espaciales de la Universidad Stanford (Palo Alto, EEUU) con el objetivo de proporcionar un estándar para el diseño de nanosatélites que reduzcan los costos y el tiempo de desarrollo, incrementando la accesibilidad al espacio y la frecuencia de lanzamientos.

En la actualidad, el proyecto CubeSat es una colaboración internacional de más de 100 universidades, escuelas secundarias y empresas privadas que desarrollan nanosatélites capaces

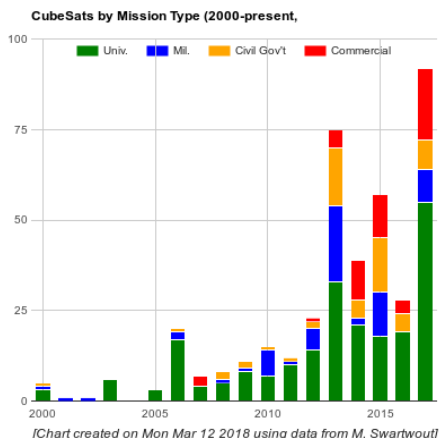


Figura 1: Lanzamientos de CubeSat hasta el 12/03/2018. De: CubeSat Database [5].

de alojar cargas útiles científicas, privadas y gubernamentales [1]. Además, tal como se observa en la Fig. 1, el crecimiento ha sido prácticamente exponencial y principalmente impulsado por universidades. Para acceder a información más detallada sobre distintos proyectos CubeSat se recomienda al lector los trabajos [2, 3, 4].

Usualmente, los desarrolladores de los CubeSat poseen su propia estación terrena para el control de operaciones, pero, debido a la baja órbita terrestre en la que éstos se encuentran, la ventana de tiempo disponible para establecer la comunicación es reducida. Si a esto le sumamos la baja tasa de transferencia que permiten las frecuencias empleadas, principalmente en VHF y UHF, las dificultades a las que se enfrentan los operadores, al intentar aprovechar el satélite en su máxima capacidad, son significativas. Es por ello, que en la actualidad se han desarrollado distintos estándares y proyectos de colaboración internacional de estaciones terrenas interconectadas capaces de programar la adquisición de datos de los distintos satélites no geostacionarios en su paso alrededor de la superficie terrestre [6, 7].

Desde el punto de vista de la utilización de las imágenes recolectadas desde los nanosatélites, es de destacar que las mismas nos brindan valiosa información de nuestra región. Esto es, si bien las primeras misiones CubeSat apenas

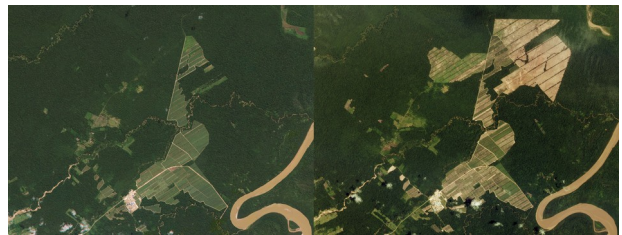


Figura 2: Deforestación en los Andes Bolivianos: 15/06/2016 (izq), 01/01/2017 (der). De: Planet Labs [8].

eran capaces de realizar capturas de baja resolución espacial (100 a 200 m), con el tiempo se han logrado considerables mejoras de resolución (5 a 10 m) e incluso la toma de imágenes multiespectrales, lo que permite un mejor análisis estratégico de los datos recolectados. A modo de ejemplo, en la Fig. 2, se observa el avance de la deforestación de bosques nativos en los Andes Bolivianos para la posterior explotación de la caña de azúcar. En base a lo antes mencionado, el presente proyecto plantea el desarrollo de un sistema de posicionamiento automático de múltiples antenas que reciban señales (UHF, VHF y S-Band) provenientes de satélites no geostacionarios con el objetivo de la utilización estratégica de dicha información. Esto es, utilizar las imágenes adquiridas en el monitoreo de la salud de cultivos, la cuantificación de superficies inundadas y el análisis climático de nuestro entorno. Además, se plantea la participación en los distintos proyectos de colaboración internacional existentes.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El presente proyecto consta de los siguientes ejes de investigación y desarrollo:

- Análisis de las necesidades de hardware y software requeridas para el desarrollo del sistema de posicionamiento de antenas y del sistema de comunicación.
- Estudio de la disponibilidad y oferta local de los dispositivos a integrar en el sistema.

- Evaluación de la estrategia de procesamiento digital de imágenes a emplear en base a la necesidad propuesta (monitoreo de la salud de cultivos, cuantificación de superficies inundadas y análisis climático de nuestro entorno).
- Vinculación con los proyectos de colaboración internacional de estaciones terrenas.
- Desarrollo del software y hardware necesarios para el sistema de control de posición de antenas y el sistema de comunicación.
- Generación de documentación adecuada para la discusión interna de resultados.
- Divulgación de los resultados parciales y finales de la investigación.

### 3. OBJETIVOS

#### *Objetivo General:*

Desarrollar un sistema de control automático de posicionamiento de antenas para adquirir señales provenientes de satélites no geoestacionarios, las cuales nos permitan el análisis estratégico de variables de nuestro entorno.

#### *Objetivos específicos:*

- Evaluar la eficiencia del sistema de control automático de posicionamiento de antenas y del sistema de comunicación.
- Estimar parámetros de interés estratégico para nuestra región a partir del procesamiento digital de las imágenes recolectadas de los CubeSat.
- Divulgar los resultados y capacidades de la investigación.
- Establecer las bases necesarias para iniciar distintos proyectos de investigación en áreas afines a las tecnologías satelitales.

### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Siendo que el proyecto se encuentra en su fase inicial durante la ejecución del mismo se pretenden alcanzar los siguientes resultados:

- Desarrollo de una estación terrena de posicionamiento automático para la adquisición de señales provenientes de satélites no geoestacionarios.
- Adquisición de imágenes actualizadas de nuestra región.
- Desarrollo de la estrategia de procesamiento de las imágenes recibidas de acuerdo a cada necesidad propuesta.
- Colaboración con los proyectos internacionales existentes.
- Divulgación en el medio de las capacidades del proyecto y sus resultados.
- Formación de recursos humanos capaces de continuar proyectos afines a esta línea de investigación.

### 5. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de trabajo abocado al proyecto se encuentra integrado al Grupo de Investigación y Desarrollo Electrónico (GIDE), el cual está conformado por su director Mg. Ing. Gastón Peretti, su co-director Ing. Sergio Felissia, los investigadores de apoyo Ing. Emanuel Bernardi e Ing. Hugo Pipino y los alumnos avanzados Facundo Busano, Marco Miretti y Emmanuel DAVIS. Es de destacar que la presente investigación está estipulada como parte de la tesina de grado de al menos dos de los alumnos involucrados.

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] California Polytechnic State University. *CubeSat Design Specification Revision 13*. Inf. Téc. 2014.
- [2] Egil Eide y Jorgen Ilstad. «NCUBE-1 the First Norwegian Cubesat Student

- Satellite». En: *16th ESA Symposium on European Rocket and Ballon Programmes and Related Research* (jun. De 2003).
- [3] Roger Birkeland y Odd Gutteberg. «Overview of the NUTS CubeSat Project». En: *International Academy of Astronautics - Cubesat Workshop* (2009).
- [4] Matthew Patrick Schroer. «NPS-SCAT: a CubeSat Communications System Design, Test, and Integration». Tesis doct. 2009
- [5] Michael Swartwout. CubeSat Database. URL:<https://sites.google.com/a/slu.edu/swartwout/home/cubesat-database> (visitado 12-03-2018).
- [6] Daniel J White y col. «SatNOGS: Satellite Networked Open Ground Station». En: *Engineering Faculty Publications* (oct. de 2015). URL : <https://satnogs.org/>.
- [7] Graham Shirville y Bryan Klofas. «Genso: a Global Ground Station Network». En: *AMSAT Symposium* (2007).
- [8] Planet Labs. *Deforestación por la caña de azúcar en los Andes Bolivianos*. URL: <https://www.planet.com/gallery/sugarcane-deforestation/> (visitado 14-03-2018).