

# EXPERIENCIA DE COMUNICACIONES EN UN GLOBO ESTRATOSFERICO REALIZADA POR RADIOAFICIONADOS

Ing. Juan Carlos Parra LU9DO

## EL MARCO

Desde los albores de los años '60 hasta hoy, la organización Internacional AMSAT (**AM**ateur **SAT**ellite) ha puesto en orbita más de medio centenar de satélites con una finalidad puramente técnica, científica y no comercial, para los cuales se han ido sumando los realizados por grupos de radioaficionados de varios países.

Una entidad civil sin fines de lucro como **AMSAT Argentina** reúne a los apasionados en técnicas avanzadas de radio, particularmente en el tema espacial, estudiando, proyectando, experimentando y realizando equipos, satélites y sistemas con técnicas analógicas y digitales para comunicaciones terrestres y espaciales sólo con fines de educación.

Son de destacar los vehículos de mayores dimensiones, llevando a bordo experimentos de comunicaciones para múltiples bandas, algunos con órbitas fuertemente elípticas, y los microsátélites de órbita polar usados en su mayoría para comunicaciones digitales.

A este último grupo pertenece el **LUSAT-LO19** el primer satélite no solo de radioaficionados, sino también de la Argentina, construido por argentinos, lanzado en 1990 y aún operando en el espacio donde permanecerá por los próximos 1000 años

La actividad de los participantes en **AMSAT Argentina** es de lo más variada que pueda imaginarse. Desde los boletines, documentación, reuniones y eventos que conforman la base visible de **AMSAT**, como en la preparación y operación en los diversos modos de comunicación y de los numerosos satélites disponibles, habilidad que fue adquirida desde 1961 y que es demostrada cotidianamente hasta en la mas modesta estación de radioaficionados. Muchos están dedicados a nuevas aplicaciones de los satélites, en los proyectos de sistemas de comunicaciones mas eficientes y de más bajo costo, en el planeamiento de sistemas de comunicaciones a adoptar a bordo de futuros vehículos, en la realización teórico y práctica de globos que transportan plataformas de prueba y en la colaboración abierta con todo tipo de grupos internacionales.

## Generalidades y objetivo

Mucha de esta actividad es realizada debido a la continúa divulgación que realiza **AMSAT Argentina** por todos los medios disponibles y a través de ayuda y colaboración voluntaria de personas, empresas y asociaciones. Esto abarca todos los niveles de educación y todos los niveles sociales, con innumerables visitas al interior del país, a escuelas, universidades y radioclubs.

Es de hecho la motivación primaria de **AMSAT Argentina** la de contribuir a la educación tecnológica, fomentando la pasión por la radio y todo lo relacionado a ella, ilustrando sobre posibilidades y aplicaciones de estudios teóricos y prácticos a estudiantes de niveles básicos,

intermedios y universitarios con el propósito de mantener vivo el interés por la tecnología en todo nuestro país.

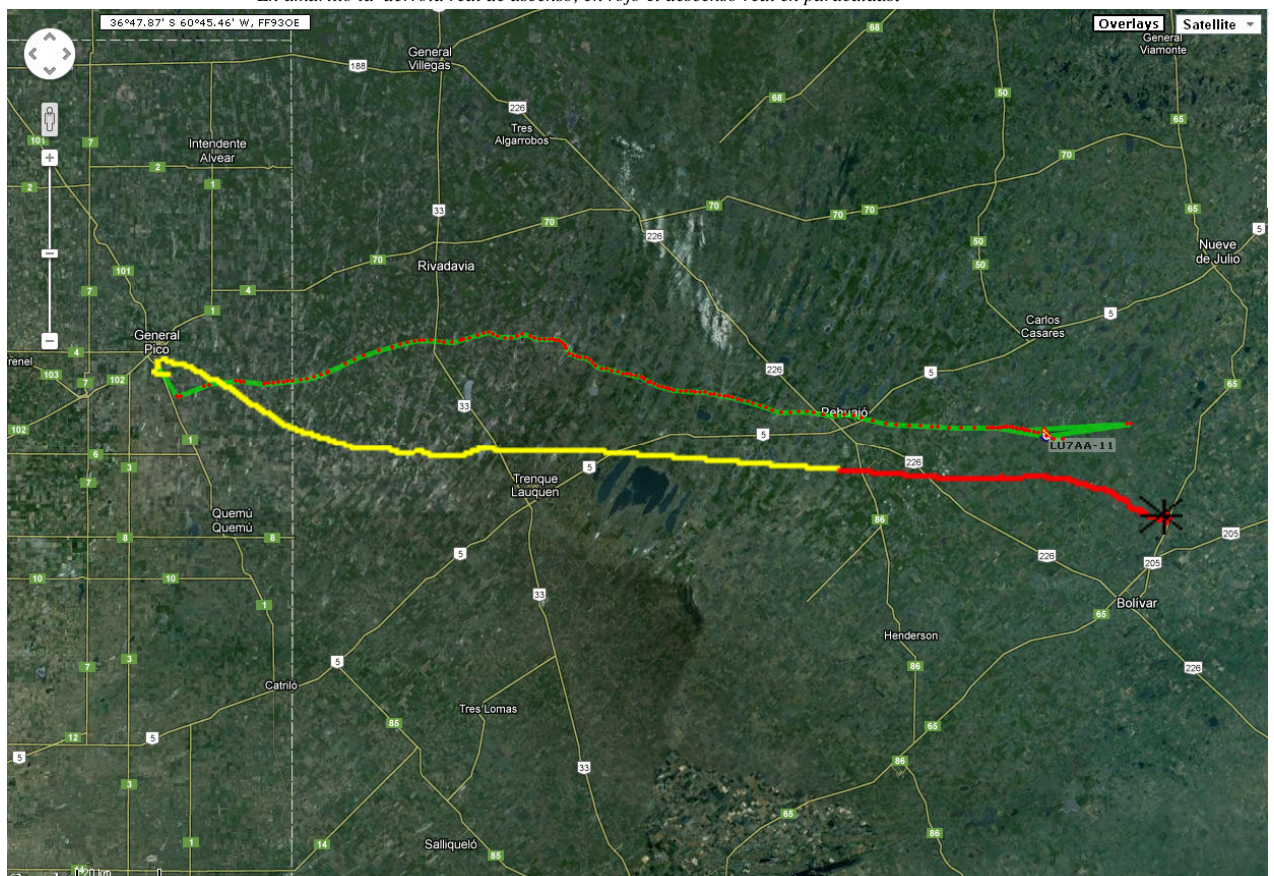
En este sentido, a través de **AMSAT Argentina** se han llevado varios proyectos a IARU, UIT, entes regulatorios locales (CNC) Comisión Nacional de Comunicaciones, y otros foros internacionales.

El proyecto, construcción y lanzamiento de un nuevo satélite, la realización de validaciones de componentes destinados a volar en el espacio, la práctica regular y operativa de comunicarse con satélites, aunque sea con modestos medios, ofrecen al entusiasta aeroespacial la posibilidad de entrar en contacto con múltiples disciplinas, con complejidades variables, posibilitando avanzar de a poco, al paso propio y en función de la propia voluntad.

De tal modo al verse limitada la actividad de **AMSAT** para colocar artefactos en el espacio por carecer de capacidad económica para afrontar el costo de esos vectores, sigue en su labor con experimentos de bajo costo a bordo de parapentes, planeadores y globos aerostáticos. Sentando así las bases para un futuro y posible acceso al espacio exterior. Este es el caso del más reciente de estos experimentos.

*Mapa de la zona de vuelo. En verde/rojo la trayectoria estimada por simulación y el aporte meteorológico.*

*En amarillo la derrota real de ascenso, en rojo el descenso real en paracaídas.*



## LA EXPERIENCIA

El sábado **19 de Mayo de 2012** desde las 10:53 hs se activó un repetidor para radioaficionados UHF/VHF y balizas APRS y CW a bordo de un globo estratosférico.

Se trata de un globo aerostático de látex que tiene la modalidad de ascenso, explosión y descenso en paracaídas, con un desplazamiento previsto de unos 250 Km. de distancia desde el punto de lanzamiento, dependiendo de las condiciones meteorológicas reinantes.

El globo alcanzó 34.000 mts de altura, con una duración de más de 3 horas volando hacia el este del sitio de lanzamiento, explotó en la vertical de Pehuajó y luego aterrizó en proximidades de la ruta 65 entre las localidades de 9 de Julio y Bolívar.

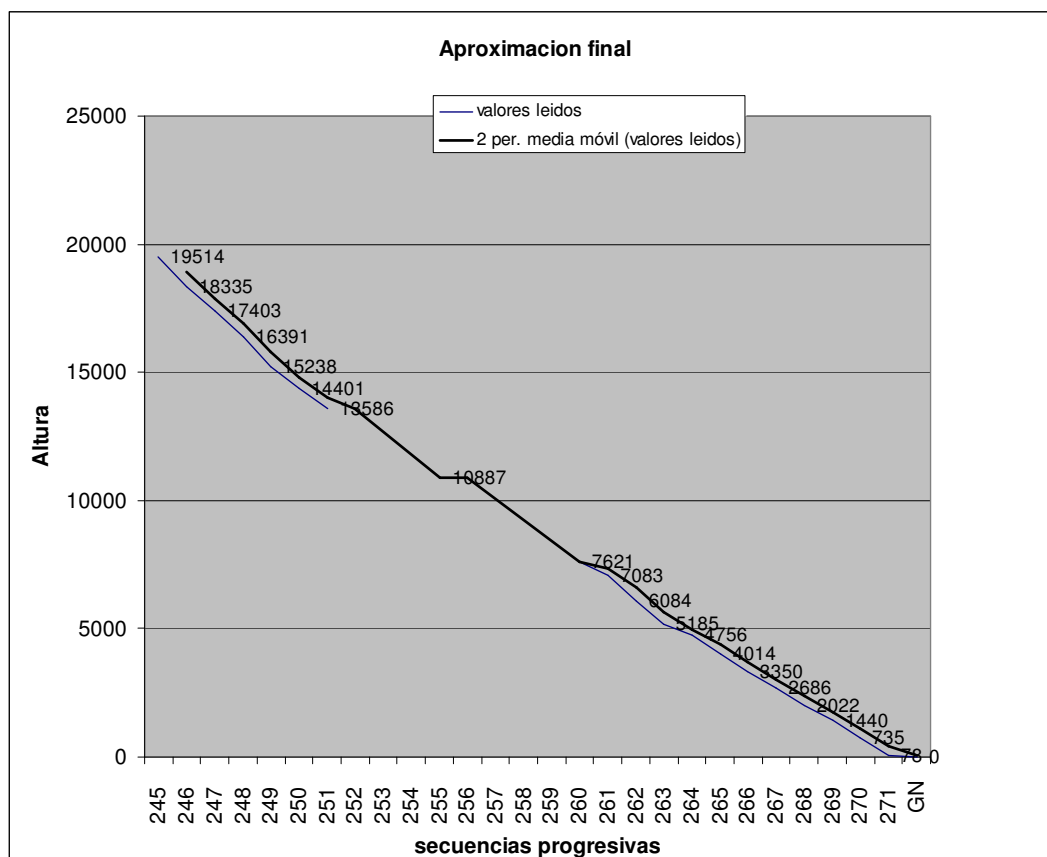
El lanzamiento fue autorizado por la ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil) con los NOTAM (Notices To Airmen) correspondientes.

NOTAM A1677/2012 AVISOS FIR EZEIZA (-EF)

**Desde:** 2012-05-19 12:30:00 **Hasta:** 2012-05-19 16:30:00

CAPTIVE BALLOON WILL TAKE PLACE IN VER AD GENERAL PICO DERROTA DE ASCENSO Y DESCENSO ESTE SUD ESTE WITH CENTER IN COORD GEO 353800S/0621100W RADIUS 70NM. CONTROLLED AIRSPACE AFFECTED AWY M424, W68, UW68 AND CTA RADAR EZEIZA. ACT SUBJ COOR ACC EZEIZA. F)GND G)FL540.

Para esta operación también se sumaron el apoyo del RC Gral. Pico y muchos otros colegas que participaron del seguimiento y la recuperación de la carga útil.



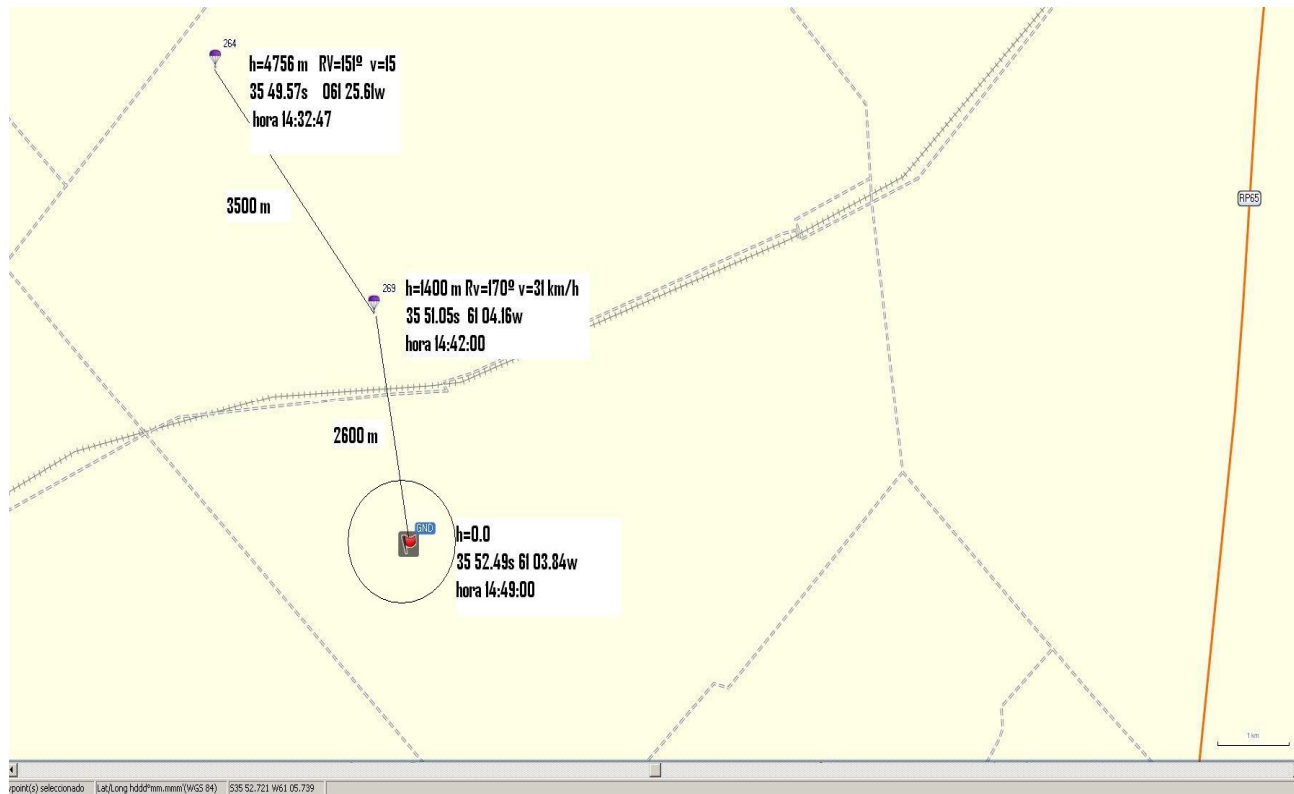
## Detalles técnicos

La carga útil consiste de varios módulos de RF para TX y RX , una placa de control con un microcontrolador PIC + GPS + 2 cámaras de televisión HD para registro + 1 cámara de SSTV para emisión en vivo de imágenes de televisión analógica en barrido lento de 36 seg.

El repetidor opera recibiendo FM-voz en 435.950 Khz. transmitiendo en full duplex en 145.950 KHz con 2 watts de potencia.

En APRS la señal distintiva del globo es **LU7AA-11** y sale en packet-radio FSK a 1200 bds con protocolos AX-25.

*Plotting de la zona de aterrizaje del globo con los reportes de APRS*



Frecuencias de operación:

Rpt Bajada VHF: 145.950 Khz. FM

Rpt Subida UHF: 435.950 Khz. FM con subtono de 123.0 Hz.

Beacon APRS: 144.930 Khz. FM y 145.950 KHz FM (cada 90seg.)

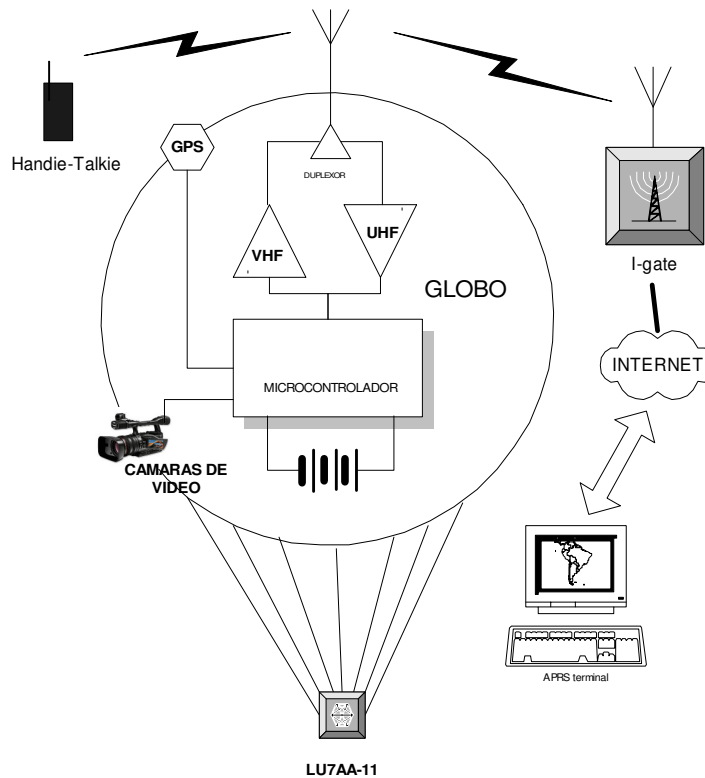
Beacon CW: 145.950 KHz FM/CW

Beacon CW: 7.021 Khz

Fotos SSTV: 145.950 KHz FM (formato Robot 36)

Por internet la trama de APRS es visible desde <http://aprs.fi?call=lu7aa-11>

La estructura de la carga útil es de polyfan y pesa aproximadamente 970 gramos, se eleva mediante un globo de látex cargado con 3 metros cúbicos de gas Helio y el Hard/Soft a validar es parte del LUSEX, satélite en desarrollo por Amsat-LU. Además de los modos indicados, se emiten los parámetros de telemetría del vuelo como temperatura externa e interna, posición, altura, velocidad y nivel de baterías.



### Funciones del microcontrolador

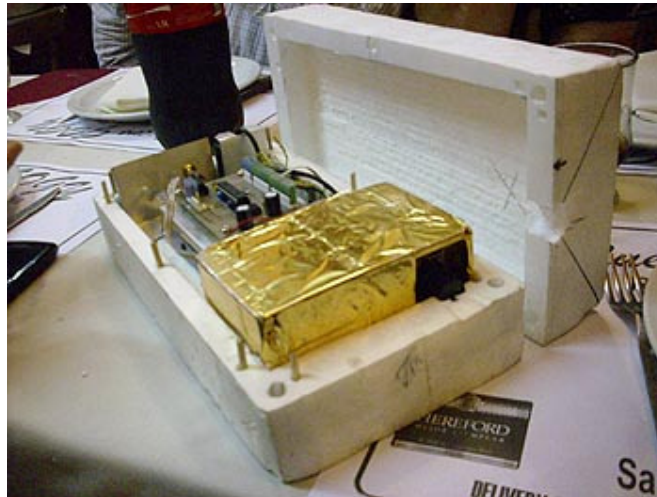
- Generador de tonos de frecuencia y duración arbitraria, con atenuador por soft 0, -3, -6 y -12dB.
  - Generador de CW, por manipulación de tono de 800Hz y alfabeto completo.
  - Generador de packet AX25 1200bps Bell 202.
  - Generador de APRS con formato comprimido MIC-E (típico de móviles).
  - Decodificador de datos en norma NMEA para recibir de un GPS externo y aplicarlos al módulo de APRS y generador de Grid Locator. (usa sentencias \$GPGGA y \$GPRMC)
  - Medidor analógico multiplexado de 6 entradas.
  - Decodificador de DTMF para control remoto.
  - Detector de subtono de 123Hz. (Frecuencia fija) para accionar el repetidor.
  - Generador de onda cuadrada de 8KHz aprox. para excitar circuito de corte de hilo con seguridad de que no sea activado por un estado alto o bajo del pin.
  - Entrada para switch detector de corte/explosión del globo (tensión del hilo).
- Salidas de control: MUTE, PTT y Frecuencia de TX.



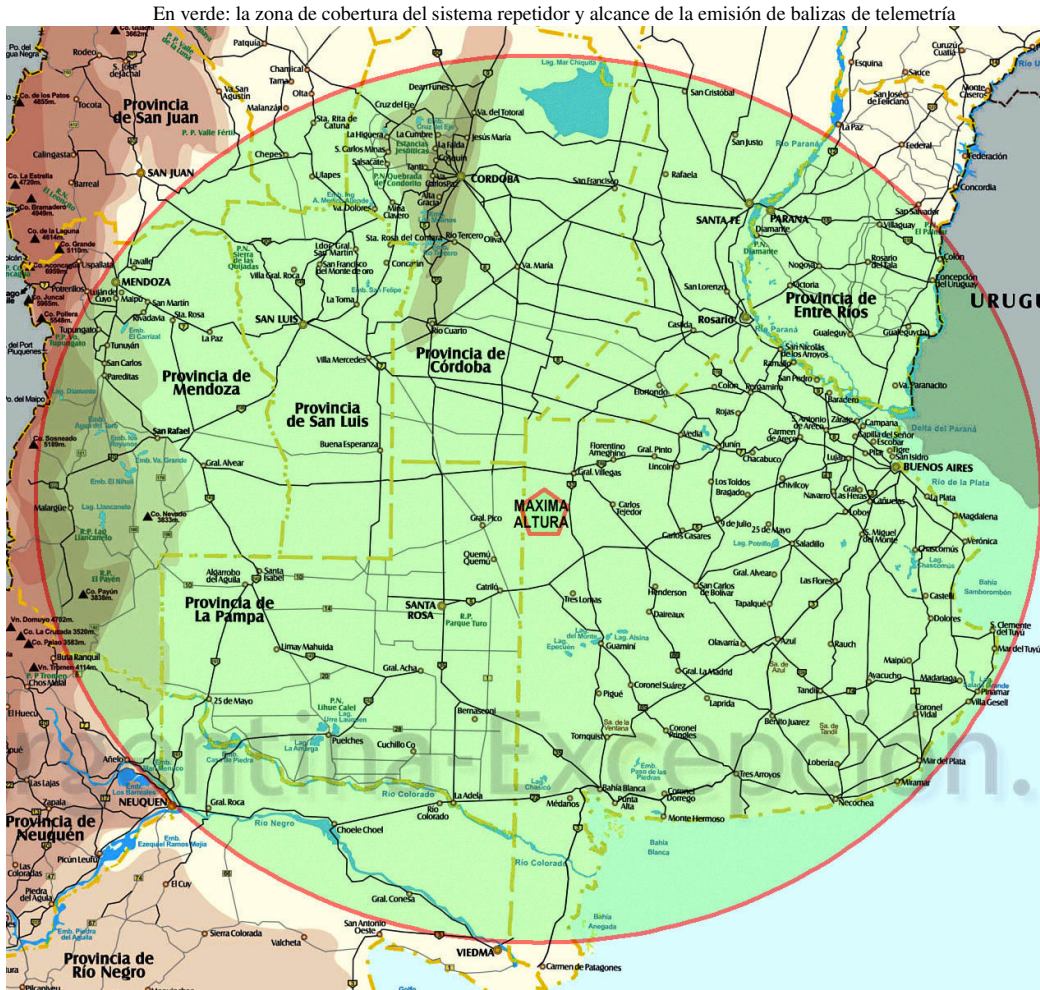
## LOS RESULTADOS

El proyecto esta diseñado, programado y armado respetando todas las regulaciones vigentes, tanto las que rigen el transito aéreo como a la radioafición, complementado con un estudio estadístico de los vientos en superficie y altura del último mes, para poder hacer un cálculo efectivo de la distancia y dirección para la posterior recuperación.

Esto permitió contactos entre estaciones situadas en provincias de Buenos Aires, Santa Fé, Entre Ríos, Córdoba, Catamarca, Santiago del Estero, La Pampa, San Luí, Mendoza, San Juan, Río Negro, Neuquén, el Uruguay y Chile. (Se lanzó desde el centro del país para facilitar mayor participación)



Caja de polyan que contiene la electrónica de la carga útil



De los cálculos preliminares surge que unas 250 estaciones de radioaficionados intercambiaron mensajes vía el único canal de radio disponible y cubrieron ampliamente la zona prevista, mientras que son miles los que vía internet seguían la trayectoria en el mapa y veían el video emitido y que repetían simultáneamente diversos portales.

Imágenes de televisión analógica emitidas por el globo en SSTV





## INTEGRANTES DE AMSAT ARGENTINA

De izq. a derecha, sentados, el team de lanzamiento y rescate:

Adrian Sinclair LU1CGB - Integración de RF, Repetidoras y antenas.

Alberto Thomae LU1DCX – Construcción mecánica y logística del proyecto.

Ignacio Mazzitelli LU1ESY – Presidente de AMSAT. Gestión de materiales

Parados, el team del Centro de Control:

Juan Carlos Parra LU9DO – Control de vuelo y APRS.

Juan Carlos Luciani LU4AGC – Logging de tráfico VHF/UHF y monitoreo HF.

Pedro Converso LU7ABF – Prospección meteorológica y registro SSTV.





## Links de interés

### **Videos del evento**

<http://www.youtube.com/watch?v=RpJR9hAJSxI&feature=share>

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&feature=endscreen&v=XPhukIPF9HM>

### **Detalles, audios y comentarios**

<http://www.amsat.org.ar/globo19.htm>

### **Notas de los diarios**

<http://www.maracodigital.com/?PAG=Vernota&claveccion=secciones.id=2&clavecontenido=contenidos.id=43553#noticiasrelacionadas>

<http://www.infopico.com/social/9323-lanzaron-globo-con-equipos-de-mediciones-y-de-comunicaciones-desde-el-aeropuerto-de-general-pico>

[http://www.diariolareforma.com.ar/noticias\\_detalle.php?id=15157](http://www.diariolareforma.com.ar/noticias_detalle.php?id=15157)