

## PRESENTACIÓN ORAL

### **Hacia una integración radioastronómica con Brasil: Proyecto LLAMA ( Long Latin American Millimetre Array)**

E. M. Arnal<sup>1,2</sup>, R. Morras<sup>1,2</sup>, G. M. Dubner<sup>3</sup>, E. Giacani<sup>3</sup>, I. F. Mirabel<sup>3</sup>,  
G. E. Romero<sup>1,2</sup>, J. R. D. Lepine<sup>4</sup>, Z. Abraham<sup>4</sup> & E. M. de Gouveia dal Pino<sup>4</sup>

(1) *Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR), CONICET- CCT La Plata*

(2) *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

(3) *Instituto de Astronbomía y Física del Espacio (IAFE), CONICET*

(4) *Instituto Astronomico e Geofisico (IAG), Universidade de Sao Paulo, Brasil*

**Abstract.** This paper is aim at providing both a brief overview of the present status of the project LLAMA and a global view of the tasks to be performed in the near future.

**Resumen.** En este trabajo se presenta una breve reseña del estado actual del proyecto LLAMA, y de las tareas que deberán ser realizadas en un futuro cercano.

## **1. Introducción**

El proyecto LLAMA (acrónimo del inglés *Long Latin American Millimetre Array*) fue presentado a la comunidad de nuestro país en una reunión anual de la Asociación Argentina de Astronomía celebrada dos años atrás (Arnal et al. 2009). Este proyecto científico-tecnológico argentino-brasileño, tiene como meta la instalación y puesta en operaciones en una región de la Puna Salteña, a una altura cercana a los 4.800 m, de una primer antena que permita realizar observaciones en las bandas milimétricas y sub-milimétricas del espectro electromagnético. Se espera que esta antena también pueda formar parte de una red de VLBI, con antenas ubicadas en el instrumento ALMA. Este emprendimiento conjunto se lleva a cabo sobre la base de una contribución igualitaria por parte de ambos países. Desde la comunicación original, este proyecto ha experimentado importantes avances en su posible concreción. La finalidad de esta presentación es la de llevar a conocimiento de todos los interesados, el estado actual del proyecto y las tareas que se avizoran para un futuro cercano.

## **2. Principales hitos**

A modo de breve resumen, valga indicar los momentos claves de este proyecto.

12/2002 Se llevan a cabo las primeras mediciones de la transparencia atmosférica a 210 GHz en la zona del Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO).

- 4/2004 Se realizan las primeras mediciones de opacidad atmosférica en la zona del cordón de Macón, provincia de Salta.
- 3/2007 Se llevan a cabo las primeras conversaciones bilaterales entre colegas de Argentina y Brasil, tendientes a impulsar en forma conjunta el proyecto LLAMA.
- 9/2008 Se realiza el primer contacto informal con autoridades del Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT) de Argentina, a los fines de informar a las mismas sobre la existencia del proyecto.
- 3/2009 Se lleva a cabo la primera presentación formal del Proyecto LLAMA ante autoridades del MINCyT.
- 7/2009 Se inician las mediciones de transparencia atmosférica en la ventana de ondas milimétricas (210 GHz) en la zona de Altos Chorrillos, provincia de Salta. En este lugar, a una altura de 4.813 m, se instalará la antena.
- 8/2009 En una reunión especial llevada a cabo en el marco de la Asamblea de la Unión Astronómica Internacional (IAU), llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil, colegas de ese país acuerdan impulsar la adquisición de la antena del proyecto LLAMA.
- 10/2009 El MINCyT crea una comisión *ad-hoc* (denominada *Comisión de Grandes Instrumentos Astronómicos*), cuya finalidad sería la de evaluar el posible financiamiento por parte del MINCyT de cuatro proyectos de instrumentación astronómica (ABRAS, CTA, GEMINI y LLAMA.)
- 11/2010 Se eleva el proyecto LLAMA para su evaluación por parte de la Comisión *ad-hoc* del MINCyT.
- 12/2010 Se realiza la defensa oral del proyecto LLAMA ante los miembros que conforman la Comisión *ad-hoc*, oportunamente coordinada por el Dr. Aníbal Gattone del MINCyT.
- 4/2011 El proyecto LLAMA es seleccionado por la Comisión *ad-hoc* del MINCyT, como el proyecto de instrumentación astronómica de mayor prioridad.
- 6/2011 El MINCyT asume el compromiso formal de financiar el proyecto LLAMA mediante el envío de una nota firmada por el Dr. A. Ceccatto, Secretario de Articulación Científico Tecnológica del MINCyT. En dicha nota se expresa que "*este Ministerio ha decidido financiar este proyecto (LLAMA) por un monto de hasta US\$ 8 millones en un plazo de cuatro años a partir de 2012. Esta decisión queda sujeta al proceso de evaluación que, en forma conjunta, se efectuará con la parte brasileña y a los fondos que ésta aporte, siguiendo un cronograma de desembolso que le solicito a Ud. tenga a bien remitir a esta Secretaría para considerar.*
- 8/2011 Se lleva a cabo un Taller de Trabajo en la *Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de San Pablo (FAPESP)*. Dicho Taller dió inicio al proceso formal de evaluación del proyecto LLAMA en la contrapartida brasileña. Aunque el proyecto fue evaluado inicialmente por el Presidente de FAPESP, Dr. Carlos Henrique de Brito Cruz, como altamente interesante, los resultados de la evaluación por parte de un conjunto de expertos internacionales serían conocidos recién a fines del corriente año o hacia el mes de marzo del año entrante (2012).

### 3. Próximos pasos

Con los fondos asignados por el MINCyT, las tareas a ser financiadas comprenden los siguientes aspectos, a saber:

- Formar los recursos humanos iniciales necesarios, tanto en el área científica como en la tecnológica.
- Afrontar las inversiones necesarias para transportar la antena desde su puerto de arribo, hasta el lugar final de su instalación.
- Construir las facilidades de infraestructura necesarias en el sitio donde se instalará el radiotelescopio.
- Realizar las inversiones necesarias en el sitio de erección, que se encuentren relacionados con el proceso de ensamblado, integración y verificación de la antena.
- Construir las facilidades de logística de los campamentos bases. Los mismos se encontrarían ubicados en la localidad de San Antonio de los Cobres, y en la capital de la provincia de Salta.
- Realizar contribuciones instrumentales a la fase inicial de ciencia, también denominada Fase I.

A los fines de suministrar al lector una idea un poco más acabada de los distintos aspectos a ser cubiertos con la inversión inicial del MINCyT, en la Tabla 1, se resumen los aspectos más salientes de las inversiones a tener en cuenta en la Fase I del proyecto.

Aspecto/tarea a ser financiada	Inversión (10 <sup>3</sup> ) US\$)
<i>Construcción de cimientos para el pre-ensamblado</i>	165
<i>Construcción de cimientos para la antena</i>	415
<i>Suministro de energía eléctrica</i>	(980)
<i>Construcción de los caminos de acceso al sitio</i>	1750
Provisión de sistemas de comunicación (Internet, fax, TE)	187
Construcción de la Sala de Control del telescopio	50
Construcción de las facilidades de logística en el sitio	84
Contratación de personal especializado en Mecánica y Electricidad	114
Provisión de grúas en el sitio para tareas de carga/descarga	152
Desarrollo de receptores criogénicos de radiofrecuencia	1000
Provisión de transporte entre el sitio y el campamento base más cercano	160
<i>Nivelación en la cumbre de un área de 100m × 100m</i>	150
Transporte de la antena desde el puerto de arribo al sitio	140
Adquisición del instrumental electrónico necesario	2000
Otros	988

Tabla 1. Principales inversiones.

El monto total de las inversiones a ser afrontadas con los fondos suministrados por el MINCyT ronda los 8.2 millones de dólares. La adquisición de la antena por parte de Brasil, de acuerdo a una cotización de la empresa *Vertex*, es del orden de 8.3 millones de dólares, con lo que fácilmente puede apreciarse que las inversiones de ambos países en la fase de construcción se encuentran equilibradas. Para las tareas indicadas en

la primera columna de la Tabla 1 en cursiva, las inversiones indicadas son tentativas. Fondos, que fueran solicitados al MINCyT en abril del corriente año, para llevar a cabo estudios que suministren costos apropiados, han sido aprobados por el Ministerio, y se espera que en corto plazo los mismos sean girados a la Unidad de Vinculación Tecnológica que llevará a cabo las contrataciones necesarias. La escala temporal de las distintas tareas depende del momento en que se envíe la orden de compra de la antena. Designando a dicho momento como  $T_0$ , la antena arribaría al lugar donde será instalada en un momento  $T_1 = T_0 + 24$  meses. Para ese entonces, todos los trabajos vinculados con la infraestructura en el sitio, deberían estar concluídos. Luego de su instalación, las tareas de instalación (a cargo de personal especializado de la empresa *Vertex*), y las tareas de verificación del comportamiento de la antena y su ulterior aceptación por parte del proyecto LLAMA, debería realizarse en un plazo estimado de unos seis meses.

En base a lo expresado, si la orden de compra de la antena se remitiese a mediados del año 2012, sería esperable que la *primera luz* del instrumento tuviese lugar hacia fines del año 2014 o inicios del año 2015.

**Agradecimientos.** Nuestro agradecimiento a todos los colegas que han colaborado, de una manera u otra, en la elaboración de este proyecto. Nuestro agradecimiento a la autoridades de la provincia de Salta, en particular al Secretario de Ciencia y Tecnología de la misma, Dr. J. Viramonte, por su constante apoyo a esta iniciativa. Finalmente, un agradecimiento a todo el personal técnico del IAR, sin cuyo esfuerzo, trabajo y dedicación, este proyecto no hubiese sido posible.

## Referencias

Arnal, E.M., Mirabel, I.F., Morras, R., Romero, G.E., Abraham, Z., E. M. de Gouveia dal Pino, 2009, BAAA 52, 357