

Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano Reporte 2016 JUNTA DE GOBIERNO

Introducción

El Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM) es un telescopio diseñado y optimizado para la astronomía de longitudes de ondas milimétricas (4mm-1mm). La combinación de la dimensión física del GTM, con una superficie del reflector primario de 50-metros de diámetro construido en 5 anillos concéntricos que contienen 180 segmentos, y su rango de operación a frecuencias, lo convierten en el telescopio milimétrico de antena única más grande del mundo. Además, el hecho de que esté ubicado en un sitio a 4,600 msnm (el volcán Sierra Negra) con atmósfera seca, asegura que el GTM sea una instalación astronómica única de clase mundial. La disponibilidad de nueva instrumentación en el futuro cercano, permitirá realizar investigación de vanguardia en distintas áreas de astronomía.

Operación científica del GTM

El GTM realizó observaciones científicas durante el primer semestre de 2016 con el objetivo de concluir la cuarta temporada de observaciones 2015-ES4. Se recibieron 52 propuestas científicas, además de 5 propuestas por medio del National Radio Astronomy Observatory (NRAO) solicitando la participación del GTM en observaciones de Interferometría de base muy larga (VLBI por sus siglas en inglés). En total se solicitaron 892 horas de observación (sin contar el tiempo solicitado para observaciones de VLBI a 3mm o 1.3mm), 558hr con AzTEC y 334hr con el RSR. Las propuestas recibidas para la temporada 2015-ES4 incluyeron participantes (investigadores y estudiantes) de 19 países y de 7 instituciones mexicanas.

Durante la temporada 2015-ES4 se obtuvo un total de 277hr de datos (aproximadamente 31% del tiempo total solicitado) a partir de observaciones de objetivos científicos. De acuerdo a la afiliación de los IPs de las propuestas, el tiempo de observaciones científicas se distribuyó de la siguiente manera: 58% INAOE, IA-UNAM, e IRyA-UNAM, y 41% UMass. Además, se dedicaron 4 noches del mes de abril para observaciones de VLBI a 1.3mm, como parte de las actividades de preparación para las observaciones del Event Horizon Telescope.

Es importante aclarar que la eficiencia en las observaciones de la temporada 2015-ES4 se vio fuertemente afectada por inclemencias climáticas y problemas técnicos con el viejo hexápodo que se utiliza para enfocar la óptica del telescopio obligaron a interrumpir las observaciones el 5 de mayo. La falta de disponibilidad de una grúa, debido a problemas presupuestales, impidió la reparación oportuna del hexápodo. La conclusión de la superficie primaria de 50m de diámetro y la instalación de un nuevo

sistema óptico secundario, aumentará considerablemente la eficiencia observacional del GTM en futuras campañas.

En el transcurso del 2016, ocho artículos científicos basados en observaciones del GTM fueron aceptados para ser publicados en revistas indizadas de alto impacto. Es importante resaltar que dos de estos artículos presentan los primeros resultados obtenidos de las observaciones a 3mm utilizando la técnica de VLBI con el GTM. Desde que se inició la operación científica del GTM en 2014 a la fecha, las observaciones del GTM han arrojado ya 13 publicaciones en revistas internacionales, especializadas, y de alto impacto.

Proyectos de instrumentación del GTM

A finales del 2015, se integró y envió una propuesta para el desarrollo de nueva instrumentación que resolviera problemas científicos de frontera en respuesta a la convocatoria RCUK-CONACYT 2015. En esta propuesta se solicitan fondos de CONACYT (FONCICYT) para construir una cámara milimétrica con detectores de última generación llamada MUSCAT (**M**exico-**U**K **S**ub-mm **C**amera for **A**stronomy). Durante el primer semestre del 2016, se recibieron los dictámenes del comité revisor de las propuestas con excelentes comentarios y buenas perspectivas para su aprobación. Durante el mes de abril, se integraron las respuestas en un documento que se envió al panel para la decisión final. Finalmente, el 12 de julio 2016, se recibió la notificación oficial de la aprobación de la propuesta, con un apoyo de \$14,990,440.00 pesos. Los fondos CONACYT destinados al financiamiento RCUK-CONACYT fueron transferidos al INAOE en enero 2017. Consecuentemente, el desarrollo de MUSCAT debe acelerarse para mantener el calendario original de entrega del instrumento al GTM a finales del 2018. Este proyecto contribuirá de manera substancial a consolidar el programa de transferencia de tecnología del Grupo de Instrumentación Astronómica de la Universidad de Cardiff al INAOE y el proyecto GTM.

Durante el mismo período, una propuesta para desarrollar una cámara de doble polarización de 3 bandas, TolTEC, se presentó al Programa de Iniciativa de la NSF de Mediana Escala (MSIP). Esta propuesta fue revisada y aprobada en agosto de 2016. El instrumento fue financiado por la NSF con un presupuesto de aproximadamente \$110 millones de pesos.

Actividades de ingeniería

Durante el 2016, el grupo de ingeniería del GTM completó el 100% del trabajo preparatorio relacionado a los 'baseplates' y los aisladores de los paneles de la superficie, permitiendo el inicio inmediato de la integración y las actividades de alineación después de la primera entrega de los tubos ajustadores y de los componentes asociados.

Otros hitos importantes de ingeniería dentro del Plan de Terminación del Telescopio incluyeron las pruebas de aceptación de fábrica para el reemplazo del hexápodo del espejo M2 en noviembre y la subsecuente entrega al GTM en diciembre 2016. La terminación exitosa del programa de pruebas in-situ de los primeros 16 artículos de actuadores y su sistema activo de control demostraron que el diseño de ADS cumple completamente con las especificaciones de la nueva generación del sistema activo de control para los segmentos de la superficie primaria. Estos resultados motivaron el desarrollo de un nuevo contrato con ADS para la fabricación de todos los 352 actuadores requeridos para el control de los 2 anillos externos de la superficie primaria de 50 metros.

En noviembre de 2016, seguido de la aprobación de la propuesta FORDECYT CONACYT, el INAOE recibió la transferencia de 58 millones de pesos correspondientes a la primera entrega de recursos para esta propuesta. Esto permitió la negociación y el desarrollo de importantes contratos de ingeniería y fabricación con ADS Internacional (actuadores), Schuller (Tubos ajustadores), MERLAB (supervisión de ingeniería), para asegurar la terminación de los 50 metros de superficie para el final del 2017. Los tres contratos fueron firmados a inicios de enero 2017.

La recepción de los fondos FORDECYT, y la seguridad de mantener los salarios del personal hasta finalizar el año, permitió una mayor flexibilidad en el uso de los fondos federales restantes para el uso de recursos en actividades que permitieron la medición y alineación de los 32 metros interiores de la superficie primaria para ajustarse a la localización de los segmentos a ser instalados en los dos anillos exteriores. Adicionalmente a las mediciones de holografía a 12 GHz, el grupo de metrología del GTM demostró mejoras significativas en la aplicación de la técnica independiente de fotogrametría, para reducir los errores de gran escala en el posicionamiento de los paneles individuales. La conclusión de este conjunto de mediciones de holografía a mediados de diciembre, antes de retirar el receptor de holografía e instalar el hexápodo original y el secundario de aluminio M2, demuestra una mejora en el alineamiento y sensibilidad de los 32 metros interiores de la superficial primaria. Las excelentes condiciones climáticas durante diciembre 2016 y enero 2017 permitieron continuar eficientemente la calibración y optimización del control activo de las deformaciones gravitacionales.

Hoy el GTM tiene una ganancia constante (dentro del 5%) a lo largo del todo el rango operacional de elevación 20-80 grados. El GTM está preparado para participar en las observaciones VLBI de prueba a 1.3 mm para el Event Horizon Telescope en Febrero 2017, y las observaciones científicas de VLBI para EHT del centro galáctico y la galaxia M87 en abril 2017.

Laboratorio Nacional GTM

En la segunda mitad de 2016 el proyecto GTM se integró a la red de Laboratorios Nacionales del CONACYT, dando soporte al mantenimiento y renovación de la infraestructura del telescopio, así como también mejorar el servicio de operaciones científicas a la comunidad astronómica y promover la transferencia de nueva tecnología y las habilidades de ingeniería (desarrollo de detectores, servicios de metrología, sistema de control de antenas, etc.) a otros sectores de la sociedad mexicana, incluyendo temas como seguridad nacional, escaneo médico no invasivo y mejoramiento en el desempeño de las antenas de estaciones terrestres de la AEM. Desafortunadamente, los fondos CONACYT para dar soporte la Laboratorio Nacional del GTM (LANGTM) no fueron transferidos hasta septiembre 2016, lo cual no dejó tiempo suficiente para llevar a cabo las mejoras propuestas antes del fin del período de ejecución en noviembre 2016. La mayor parte de los \$2.5 millones de pesos aprobados fueron regresados a CONACYT. El proyecto GTM ha sido inscrito en la convocatoria de Laboratorios Nacionales 2017 para la consolidación del LANGTM.

Anexo



Figura 1. Segmentos de la superficie del reflector primario del anillo 5 en el laboratorio de superficies esféricas del INAOE. Los anillos 4 y 5 de la superficie del reflector primario tienen un total de 96 segmentos. Cada segmento consiste de la integración y alineación de 2500 componentes individuales, con el objetivo de construir un segmento de 5m por 2m de dimensiones con una precisión de la superficie de aproximadamente 20-25 micras r.m.s. En el fondo puede verse una fracción pequeña de las cajas de los 768 sub-paneles de Media Lario para integrar en los segmentos individuales de anillos 4 y 5.



Figura 2. Los actuadores de dos generaciones del sistema activo de control de la superficie del reflector primario. Lado izquierdo - actuadores instalados en los anillos 1, 2, y 3 en 2006, fabricados por la empresa KUN. Estos actuadores, por su tamaño, no pueden ser instalados en los anillos exteriores (4 y 5), y además no cumplen con las especificaciones de precisión del diseño original. Lado derecho - la nueva generación de actuadores, año 2016, fabricados por la empresa ADS International que cumplen exitosamente con todas de las especificaciones de precisión y operación.

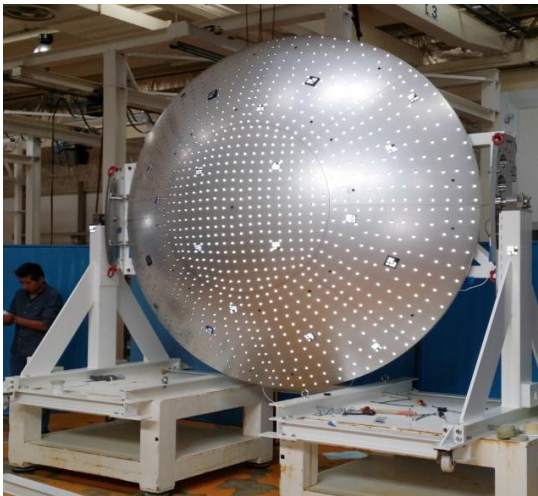


Figura 3. Nuevo espejo secundario segmentado construido por Media Lario (Italia) durante las pruebas de aceptación en la fábrica de Media Lario en mayo 2016. Este espejo, con 2.7 metros de diámetro puede iluminar los 50-m de diámetro del reflector primario y tiene una superficie reflectora con una precisión < 26 micras r.m.s., considerando las deformaciones gravitacionales, y por lo tanto cumple con las especificaciones originales del diseño del GTM.

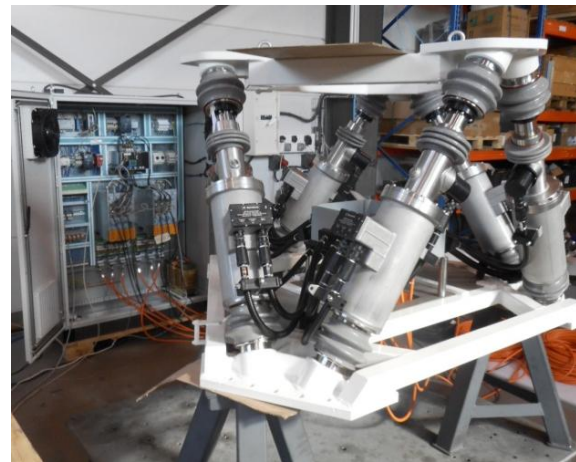


Figura 4. El nuevo hexápodo por Symetrie (Francia). Todos los sistemas electrónicos, incluyendo el sistema de control, se muestran integrados. Las pruebas de funcionamiento están programadas para la primera semana de octubre 2016, y su entrega al GTM en noviembre 2016.