

5.2 INFORME DE AUTOEVALUACION DEL PROYECTO GTM.

El informe que aquí se presenta a la consideración de la Junta de Gobierno, reporta las actividades ejecutadas en el período enero-diciembre de 2007, las cuales corresponden a la fase de licenciamiento del Gran Telescopio Milimétrico, misma que concluirá a fines del presente año con la captación de la primera luz para propósitos de investigación científica.

La fase de licenciamiento o “de comisionamiento”, que es indispensable ejecutar antes de que el telescopio entre en operaciones, verifica que los sistemas instalados funcionen conforme a las especificaciones de diseño, incorporando a la vez aquellas componentes que aún están en proceso de fabricación o de integración en planta. En todos los telescopios del mundo se llevan a cabo estas tareas.

Siendo así, a continuación se presenta el informe correspondiente, mismo que se refiere, en términos generales, a los trabajos relacionados con la óptica del telescopio (espejos primario, secundario y terciario) y al sistema activo del reflector primario. Asimismo, se presenta un resumen de los trabajos menores que se han venido efectuando en los acabados y sistemas eléctricos de las instalaciones del GTM y de las obras exteriores.

5.2.1 Óptica del Telescopio

La óptica del GTM consiste en tres espejos reflectores que conducen la radiación captada hacia los instrumentos de observación. El reflector primario es una parábola de 50 m de diámetro, integrada por 180 paneles de níquel electro depositado, arreglados en cinco anillos: A1 = 12 paneles, A2 = 24 paneles, A3 = 48 paneles, A4 = 48 paneles y A5 = 48 paneles. El reflector secundario es un espejo hiperboloide de 2.6 m de diámetro construido a base de fibra de carbón, colocado a una distancia focal de 17.5 metros. El reflector terciario es un espejo ovoide de aluminio, colocado en el nivel 29.60 m del edificio de cuartos de operación, el cual dirige la señal captada a los instrumentos de observación.

Actualmente, el GTM cuenta con un área colectora instalada de 850 m² (equivalente a un telescopio de casi 30 m de diámetro), la cual está en proceso de alineación para alcanzar las especificaciones de precisión establecidas en el diseño, a efecto de permitir una operación del telescopio en el rango milimétrico. Esta tarea es una de las actividades principales de la etapa de licenciamiento del telescopio que inició en 2007, en un trabajo que llevan a cabo los ingenieros del proyecto en coordinación con los astrónomos del INAOE y de la UMASS. Los anillos 4 y 5 del reflector primario, después del proceso de integración de las membranas reflectoras en los sistemas de soporte que ya se tienen, se irán

instalando en la antena conforme vayan siendo entregados por el fabricante. Igual proceso se realizará para los espejos secundario y terciario, que continúan en proceso de manufactura.

5.2.1.1 Reflector Primario (M1)

En enero de este año, se recibieron los datos de las mediciones de fotogrametría efectuadas a la superficie reflectora por la empresa francesa ESIC SN. Los resultados arrojaron información valiosa sobre la precisión alcanzada en la etapa de instalación efectuada en el 2006, permitiendo integrar un primer diagnóstico para definir las acciones puntuales de la fase siguiente de alineación de los paneles que busca alcanzar una precisión < 200 micras RMS.

En razón de la complejidad de la meta a alcanzar, y con el propósito de recibir recomendaciones técnicas al más alto nivel, el INAOE y la UMSS reunieron a un grupo de expertos en grandes antenas (**Comité Técnico de Revisión**), el cual trabajó en las instalaciones de Tonantzintla y en el sitio del telescopio, los días 12 a 16 de marzo de 2007. Participaron las siguientes personas:

David Woody, científico que está a cargo del diseño de antenas en Owens Valley de CALTECH, y muy especialmente en el trabajo de mejoramiento continuo del telescopio CARMA.

Richard Prestage, Director del Telescopio de 100 m de Green Bank, dependiente del Observatorio Nacional de Radio Astronomía de los EUA.

Alessandro Orfei, quien es el responsable del equipo general del telescopio de 64 metros de Cerdeña. Su especialidad es el diseño de actuadores.

Jacob Baars, antiguo colaborador del GTM, actualmente jubilado en el Instituto Max Planck. Jaap, como mejor se le conoce, ha participado en el diseño y construcción de todos los grandes radiotelescopios.

Pedro Alvarez, Director del Gran Telescopio de Canarias, quien tiene una experiencia acumulada en el manejo gerencial de grandes proyectos.

Derivado de las recomendaciones de este excelente grupo, el proyecto inició la realineación de los paneles, basando el trabajo en un sistema de aseguramiento y control de calidad diseñado e implementado especialmente para ese propósito. Los resultados de este sistema son positivos, pues cabe mencionar que ya se tienen paneles con una precisión de entre 90 y 150 micras RMS, tal como es de esperarse en esta etapa del proyecto.

Como se indicó anteriormente, la meta inmediata que se tiene acordada con los astrónomos del INAOE y de la UMASS, es entregar la superficie reflectora, en mayo del 2008, con un error máximo de 200 micras RMS, con respecto a la parábola teórica del telescopio. Después, mediante análisis de datos obtenidos con un sistema de holografía y utilizando otros métodos de medición, incluyendo la operación de instrumentación astronómica que ya se tiene, y utilizando el sistema de actuadores del sistema activo de la antena, la precisión se llevará a las 70 micras RMS que indica el diseño para la operación de la antena en el rango de 1 a 4 milímetros de longitud de onda.

El sistema de calidad que se ha implantado contempla 11 procesos productivos y 3 procesos de soporte, los cuales generan la documentación técnica de los resultados obtenidos en cada uno de ellos. De esta manera, es posible dar un seguimiento cuidadoso y corregir las desviaciones que puedan presentarse en cada fase.

Este esquema de trabajo inició básicamente en mayo, con los segmentos de los anillos 1, 2 y 3, que en total suman 84. Al cierre del ejercicio, se registraba un avance de 48% en el proceso de realineación.

Con relación a los actuadores del sistema de control activo del reflector primario, es importante informar que, con base en las recomendaciones del Comité Técnico de Revisión, el INAOE procedió, en coordinación con el proveedor, a realizar una reingeniería del sistema, sobre todo en el sistema electrónico de manejo de los dispositivos, incorporando un sensor externo de posición.

Habiendo probado un segundo prototipo funcional con estas modificaciones, el proveedor comenzó a entregar las 720 piezas contratadas, mismas que se están instalando en sitio.

5.2.1.2 Reflecter Secundario (M2)

En el reporte anterior presentado a la Junta de Gobierno, se informó que el proyecto fabricó una primera versión del espejo secundario. Este, debido a problemas de control de presión de la autoclave operada por el CIATEQ y otros factores relacionados con el molde de acero que se utilizó para la fabricación de la membrana de fibra de carbón y con los materiales utilizados en el primer intento, entre otros, lamentablemente no logró las especificaciones de 12 micrones que indica el diseño. Estos problemas son los que están en proceso de corrección, antes de iniciar la fabricación del espejo mismo.

Por lo que hace a la autoclave, se discutieron con el CIATEQ las modificaciones que deben hacerse, incluyendo la compra de una colcha térmica que forma parte del proceso de curado de la fibra de carbón. En este sentido, se cuenta ya con la autorización del Director General del CIATEQ para el fondeo que esto implica.

Los materiales para la fabricación del espejo ya se tienen disponibles, después del período de entrega establecido por los proveedores, que implicó del orden de cuatro meses.

El trabajo continúa concentrado en la corrección del molde de acero, para regresarlo a la precisión alcanzada el año pasado, la cual se modificó como resultado de la fabricación del primer prototipo. En este sentido, se diseñó y fabricó un dispositivo de soporte que ha venido utilizándose en el proceso de pulido del molde, y que también se incorporará en el proceso de curado en la autoclave. Esta decisión fue resultado del proceso de aprendizaje que se experimentó con el desarrollo del primer prototipo.

También como se informó en la sesión anterior, paralelamente a la fabricación de la segunda versión del espejo secundario, se ha venido trabajando en la manufactura del dispositivo que permitirá el posicionamiento del reflector, en un trabajo que desarrolla el INAOE y el CIATEQ, Unidad Aguascalientes.

Los sistemas mecánicos del posicionador están ya completamente fabricados, faltando completar los sistemas electrónicos de control. Seguirá un proceso de pruebas de aceptación que se han definido en coordinación con la UMASS.

5.2.1.3 Reflector Terciario (M3)

El CIATEQ, Unidad San Luis Potosí, tiene a su cargo la fabricación de los sistemas mecánico, de posicionamiento y de control electrónico del reflector terciario. El espejo mismo está a cargo del INAOE, el cual ya se tiene disponible dentro de las especificaciones ópticas establecidas.

El sistema mecánico está también 100% terminado y ensamblado en planta, listo para ser probado, una vez que el encoder de alta precisión que forma parte del sistema de posicionamiento, sea entregado por el proveedor.

El sistema electrónico del espejo, que debe tener una interfaz con el sistema de control general del telescopio, después de un proceso de revisión con el grupo técnico de servos de la Universidad de Massachusetts, está definido y aprobado. CIATEQ se encuentra en el proceso de integración de sus componentes.

5.2.2 Unidad de Control Digital de la Antena (DCU, en inglés)

La unidad de control digital del telescopio, como se reportó, se encuentra ya funcionando al 100%, manejando los 16 motores del sistema de movimiento azimutal.

Como se reportó en su oportunidad, el sistema ha sido probado en dos ocasiones al operar la antena con movimiento controlado. La primera de ellas se efectuó el 9 de mayo del 2006 al apuntar un satélite estacionario y detectar la primera señal de prueba, en la visita que efectuó el Director General del CONACYT; la segunda prueba de operación del sistema se hizo para la detección del primer objeto celeste ante el Presidente de la República el 22 de noviembre del mismo año.

El sistema de movimiento del telescopio incluye, además del DCU, la Unidad de Control de la Antena (ACU, en inglés) que es esencialmente un software para el rastreo de objetos celestes. Este sistema, diseñado por la Universidad de Massachusetts, está también terminado al 100%.

5.2.3 Acabados de las instalaciones

Los acabados de las instalaciones del telescopio, incluyendo el cableado eléctrico, fueron terminados a fines del año 2006, de acuerdo a los alcances contratados para la fase inicial de operación del telescopio.

No obstante lo anterior, en el período que se reporta, la actividad en este frente de trabajo del GTM se abocó a la instalación de un sistema electrónico de seguridad para el control de accesos, bajo un diseño elaborado por el Centro de Ingeniería del INAOE. Igualmente, la empresa que ha tenido a su cargo estos trabajos, se dedicó a ejecutar las modificaciones del sistema de cableado y plafones en el nivel 29.60 del edificio de cuartos de recepción, determinados para lograr una mejor eficiencia en la operación, tanto del espejo terciario que se instalará en ese recinto, como del sistema de instrumentación científica.

Finalmente, es importante informar que la cubierta protectora de la estructura de acero del telescopio se terminó al 100% en este período.

El sistema de comunicación remota del GTM, que incluye la red de voz y datos, se encuentra en operación. A través de la fibra óptica que enlaza La Negra con la troncal de TELMEX en Atzitzintla, se ha logrado ya enlazar el GTM con el resto del mundo. De hecho, en las instalaciones de Tonantzintla, se cuenta ya con un esquema que permite monitorear el sitio, a través de unas cámaras de vigilancia que ya han sido instaladas. Este se liga con las mediciones de las estaciones

meteorológicas que operan, de manera que, en tiempo real, se conocen las condiciones de viento, temperatura, humedad, presión atmosférica, etc.

La capacidad actual de transmisión es de 2 Mb, de los cuales 1 Mb está dedicado a internet 1 y 1 Mb a internet 2. Por supuesto que el sistema está diseñado para una capacidad mucho mayor, pero su crecimiento dependerá de la disponibilidad presupuestal, debido a los altos costos de los servicios de TELMEX. Hasta el momento, esta empresa es la única que puede atender los requerimientos del INAOE en ese sentido, dado que su competencia aún no trabaja en la zona de influencia de Atzitzintla.

5.2.4 Instrumentación

En esta componente del proyecto, que es absolutamente crítico, simplemente se informa nuevamente la H. Junta de Gobierno que la Universidad de Massachusetts ha desarrollado ya tres instrumentos de observación que se incorporarán al GTM: SEQUOIA, probado en el telescopio de 14 m de Quabbin; AzTECH, actualmente funcionando en el telescopio JCMT en Hawaii; y REDSHIFT, operado en su fase de pruebas en la UMASS.

Estos tres instrumentos de frontera son los dispositivos iniciales con los cuales los astrónomos de México y los Estados Unidos comenzarán a trabajar.

Para la fase de licenciamiento del reflector primario, la UMASS ha desarrollado un instrumento para mediciones de holografía, el cual será instalado en mayo próximo en el sitio del GTM.

5.2.5 INFORME PROGRAMÁTICO PRESUPUESTAL

5.2.5.1 Presupuesto Original y Modificado

Al inicio del ejercicio 2007, el proyecto del Gran Telescopio Milimétrico contaba con un presupuesto original de 38,500.0 miles de pesos, asignados al gasto corriente, distribuidos como sigue: \$17,062.4 miles de pesos en el capítulo 2000 (Materiales y Suministros); y \$21,437.6 miles de pesos en el capítulo 3000 (Servicios Generales).

A lo largo del ejercicio, el presupuesto de gasto corriente del proyecto fue incrementado en 8,532.0 miles de pesos, para dar un total modificado de 47,032.0 miles de pesos, lo que representó un aumento de 22.16% frente a los recursos aprobados originalmente.

La ampliación indicada quedó soportada mediante oficio No. 2007-38-9 1U-05, con el cual se autorizó una transferencia compensada entre actividades institucionales, en el capítulo 4000 "Transferencias" por un total de 6,500.0 miles de pesos; y mediante oficio de autorización interno, por el cual el INAOE canalizó un presupuesto adicional de \$2,032.0 miles de pesos al gasto corriente del proyecto GTM. Asimismo, mediante oficio afectación presupuestaria No. 2007-38-91U-60, se autorizó una adecuación presupuestal compensada entre los capítulos 2000 (reducción) y 3000 (ampliación) para soportar los gastos asociados a diversos contratos y servicios.

Asimismo, mediante oficio de afectación presupuestaria No. 2007-38-90X-02, se autorizó una ampliación líquida para el GTM por un total de 17,355.0, de los cuales, conforme a la adecuación presupuestal compensada No. 2007-38-91U-61, se asignaron 6,750.0 miles en el capítulo 5000 "Bienes Muebles e Inmuebles" y 10,605.0 miles en el capítulo 6000 "Obra Pública".

El conjunto de modificaciones implicaron un aumento al presupuesto del proyecto por un total de 25,887.0 miles de pesos (67.2% frente al original), dando un presupuesto total modificado de recursos fiscales de 64,387.0 miles de pesos.

En la tabla siguiente se presenta el cuadro resumen del presupuesto original y modificado del GTM, con cifras al 31 de diciembre del 2007.

Tabla # 1
Presupuesto Original y Modificado del Período Enero-Diciembre de 2007
(Miles de Pesos)

CAPITULO	PRESUPUESTO ORIGINAL	AMPLIACIONES / REDUCCIONES	PRESUPUESTO MODIFICADO
2000	17,062.4	-5,014.3	12,048.1
3000	21,437.6	7,046.3	28,483.9
4000	0.0	6,500.0	6,500.0
Subtotal Gto. Corriente	38,500.0	8,532.0	47,032.0
5000	0.0	6,750.0	6,750.0
6000	0.0	10,605.0	10,605.0
Subtotal Inversión	0.0	17,355.0	17,355.0
Total General	38,500.0	25,887.0	64,387.0

5.2.5.2 Presupuesto Ejercido

Al cierre del ejercicio, los trabajos ejecutados indicados en el apartado anterior de este informe, implicaron un ejercicio presupuestal de 64,387.0 miles de pesos, lo que representa el 100% del presupuesto modificado autorizado.

Tabla # 2
Presupuesto Ejercido al 31 de Diciembre de 2007
(Miles de Pesos)

CAPITULO	MODIFICADO ANUAL	EJERCIDO AL 31-12-2007	% EJERCIDO
2000	12,048.1	12,048.1	
3000	28,483.9	28,483.9	
4000	6,500.0	6,500.0	
Subtotal Gasto Corriente	47,032.0	47,032.0	100.0% del gasto corriente
5000	6,750.0	6,750.0	
6000	10,605.0	10,605.0	
Subtotal Inversión	17,355.0	17,355.0	100.0% del gasto de inversión
Total General	64,387.0	64,387.0	100.0% del total anual



INFORME DE AUTOEVALUACION SOBRE EL AVANCE DEL GTM

Período Enero- Diciembre del 2007



INDICE GENERAL

5.2 INFORME DE AUTOEVALUACION

5.2.1	Óptica del Telescopio	Pág.	1
5.2.2	Unidad de Control Digital de la Antena	Pág.	5
5.2.3	Acabados de las Instalaciones	Pág.	5
5.2.4	Instrumentación	Pág.	6

5.2.5 INFORME PROGRAMATICO-PRESUPUESTAL

5.2.5.1	Presupuesto Original y Modificado	Pág.	7
5.2.5.2	Presupuesto Ejercido	Pág.	8