

## **5.2 INFORME DE AUTOEVALUACION DEL PERIODO CORRESPONDIENTE DE ENERO A JUNIO DEL 2006 DEL PROYECTO GTM.**

Considerando el avance alcanzado en la construcción del Gran Telescopio Milimétrico, así como las metas esperadas en lo que resta del presente ejercicio, se tiene contemplado invitar al C. Presidente de la República a que inaugure oficialmente el GTM, en el marco del sexagésimo cuarto aniversario del Observatorio Nacional de Tonantzintla, y trigésimo quinto aniversario de la creación del Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE). De acuerdo al calendario de la última etapa de giras presidenciales a los estados de la república, que nos ha dado a conocer el CONACYT, se tiene contemplada una visita a Puebla el 22 de noviembre de 2006, en la cual el C. Presidente de la República entregará a la comunidad científica internacional el instrumento astronómico más importante para observaciones en el rango de los milímetros de la ventana atmosférica, bajo el siguiente escenario:

- a) Se contará con la totalidad de los sistemas básicos de la antena funcionando, incluyendo el sistema de control de apuntado tanto en azimut como en elevación. En este sentido, cuando concluya la etapa de verificación y pruebas, se entregará el sistema más preciso del mundo, hasta ahora, para este tipo de telescopios (0.85 segundos de arco).
- b) Se tendrán disponibles tres instrumentos de frontera (SEQUOIA, AzTECH y REDSHIFT) para la observación astronómica, que ya han sido probados en otros observatorios (el telescopio James C. Maxwell de Hawaii, y el radiotelescopio de 14 m de Quabbin, Massachusetts).
- c) Un área colectora de alta precisión equivalente a 850 m<sup>2</sup>, la cual permitirá a los astrónomos efectuar las primeras observaciones, como parte de la fase de verificación y pruebas del telescopio. Asimismo, se colocarán las estructuras de soporte de los paneles de los anillos 4 y 5, con una superficie reflectora aparente.
- d) Para el año 2007 (sin que afecte la puesta en operación del telescopio en su fase inicial), se realizarán acciones con el presupuesto que ya está disponible en el presente ejercicio, para:
  - d.1 Completar la fabricación y la instalación de 1,250 m<sup>2</sup> de paneles, correspondientes a los anillos 4 y 5;
  - d.2 Completar la fabricación y la instalación de los actuadores del sistema activo del reflector primario; y
  - d.3 Completar la fabricación y la instalación del sistema de posicionamiento y de oscilación del reflector secundario.

Estas actividades están en proceso de desarrollo, mediante diversos contratos que se han asignado una vez que se contó con la autorización oficial del presupuesto adicional solicitado al CONACYT.

Al cierre del primer semestre del 2006, el avance del proyecto va de acuerdo al programa de terminación definido, el cual es el que se informa a continuación.

### **5.2.1 Estructura de Acero**

Se terminó la instalación de la estructura del telescopio, lo cual implicó el montaje, alineación y soldadura de casi 2,000 toneladas de acero. Este proceso estuvo a cargo totalmente de la industria nacional, bajo una estricta supervisión de empresas internacionales expertas en la construcción de grandes antenas. Actualmente se aplica la última capa de pintura en secciones específicas y se instalan las láminas panel del revestimiento exterior de la estructura de acero ("cladding"). Asimismo, está en proceso de fabricación, en la planta de Pailería de San Luis Potosí, la cubierta deslizable ("shutter") del nivel 29.60 m.



*La foto muestra la estructura del GTM terminada.  
Se observa el edificio de los cuartos de recepción con su cubierta protectora.*



*Dos vistas de los trabajos de instalación de la lámina panel que revestirá la estructura.*

### **5.2.2 Sistemas mecánicos de movimiento**

Se terminó el montaje de los sistemas mecánicos de elevación y de rodamiento azimutal. El sistema de elevación está terminado al 100%, incluyendo la conexión de los motores. También está terminada la instalación del sistema de aseguramiento de la antena (“stow pin”).

Por lo que hace al sistema de rodamiento azimutal, en el mes de marzo se detectó un problema en el diseño de los balancines que impidió concluir al 100% la etapa de alineación de las ruedas en el primer semestre del año, como se tenía previsto. Actualmente este proceso ha concluido exitosamente.

Por lo que hace al sistema de movimiento en elevación, éste se probará una vez que haya concluido la colocación de los paneles del reflector primario y se haya balanceado la antena con sus contrapesos.



*Las cremalleras y motores de elevación.*



*El "Stow Pin", instalado.*

### **5.2.3 Unidad de Control Digital de la Antena**

La unidad de control digital fue instalada en abril de este año. Atestiguado por el Director General del CONACYT, el 9 de mayo se realizaron exitosamente las primeras pruebas de movimiento azimutal, así como la detección de la primera luz captada por el telescopio con un receptor básico que funciona en la Banda X. En la tercera semana de septiembre, se concluirá la verificación del sistema, con las conexiones eléctricas definitivas. La antena se moverá azimutalmente y en elevación, como parte de la fase de verificación y aprobación de sistemas. No se prevé ningún problema técnico para su realización, puesto que se cuenta ya con todos los equipos asociados.



*La Unidad de Control Digital. En la foto aparece el Dr. Kamal Souccar, de la Universidad de Massachusetts. Acostado, se encuentra trabajando el Dr. Jens Gotta, de MT Aerospace, antes MAN Technologie.*

## 5.2.4 Acabados de las instalaciones

Se han concluido los acabados básicos de las instalaciones del sótano, en su primera fase. La parte complementaria se realizará el año entrante, con nuevo presupuesto.

En este frente de trabajo, se concluyó el remozamiento del interior de la torre de soporte de la antena, según las instrucciones del Dr. Gustavo Chapela. Asimismo, siguiendo las instrucciones del Lic. Ramón Muñoz, se ha terminado la construcción del acceso Norte del telescopio, a efecto de que el C. Presidente de la República pueda acceder directamente a las instalaciones del GTM con plena seguridad. Los acabados de detalle de esta entrada se concluirán en la primera semana de octubre.

Los acabados de los cuartos de recepción y de control (niveles 20.70 m y 25.80 m) están asimismo terminados. Actualmente se trabaja en los últimos detalles de acabado y en la terminación de las instalaciones eléctricas del nivel 29.60 m.



*El nivel 25.80 m, en proceso de terminación.*

## 5.2.5 Óptica del Telescopio

### 5.2.5.1 Reflector Primario (M1)

#### a) Fabricación e Integración

La empresa italiana Media Lario SRL ha completado exitosamente la fabricación y entrega de las membranas reflectoras, correspondientes a los anillos 1 a 3. Los resultados, satisfactoriamente, rebasaron incluso las precisiones esperadas, lo

que constituirá una ventaja muy grande frente a otros telescopios de similares características.

Actualmente se cuenta con el siguiente avance:

Anillo	Integrados en Laboratorio	Transportados a sitio
1	12 de 12	12 de 12
2	24 de 24	24 de 24
3	48 de 48	41 de 48
4 (sin membranas)	48 de 48	48 de 48
5 (sin membranas)	48 de 48	2 de 48
Total	180 de 180	127 de 180

### b) Instalación en sitio

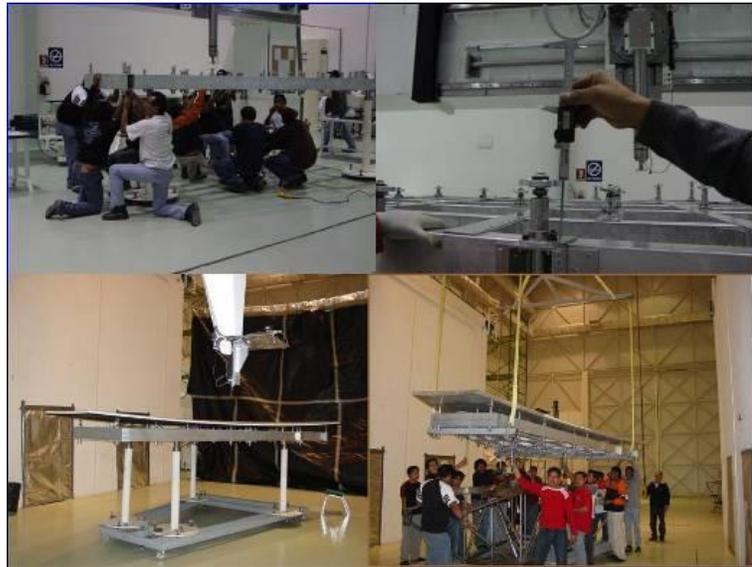
La instalación de los paneles del anillo 1 del reflector primario, que se llevó a cabo de enero a mayo de este año, permitió entender, de mejor manera, los problemas de montaje de un sistema que demanda precisiones muy cerradas, trabajando en un ambiente adverso, el cual se acentúa en la época de huracanes, donde se presentan en la zona de los trabajos fuertes ventiscas, aguanieve e incluso nevadas importantes. Estos factores generan tiempos muertos en la obra que son difíciles de recuperar, además del costo adicional asociado.

Una vez terminado ese proceso de aprendizaje, el proyecto decidió desmontar los segmentos del anillo 1 y trasladarlos nuevamente a las instalaciones de Tonantzintla, con el objeto de mejorar el alineamiento de los sub-paneles, de forma que cumplan con las especificaciones de precisión de 20 micras RMS, como máximo. Este proceso está por concluirse, por lo que se tiene programada su reinstalación en sitio entre la tercera y la cuarta semana de septiembre.

El equipo de trabajo del sitio ha logrado un ritmo de instalación promedio de 3 paneles por día, lo que permite asegurar el cumplimiento del programa esperado para la inauguración del telescopio en noviembre de este año.

Los primeros 3 anillos de paneles implican la instalación de 84 segmentos reflectores. Actualmente se tiene un avance físico de 64.28%, (54 paneles instalados = 20 del anillo 2 y 34 del anillo 3).

En las fotografías que se presentan a continuación, se ilustra el conjunto de trabajos que implica la integración de los sub paneles fabricados por Media Lario, las maniobras de descarga en sitio, así como la instalación en la antena.



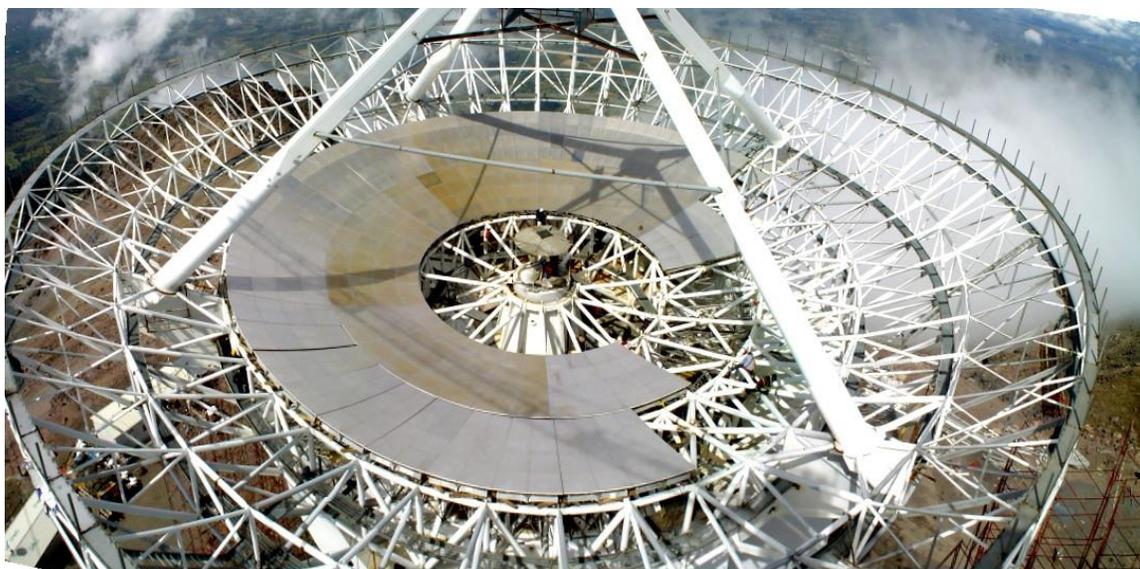
*En el proceso de integración de paneles.*



*Paneles en sitio.*



*En mayo se completó la preinstalación de los paneles del anillo 1, como parte del proceso de aprendizaje del montaje definitivo.*



*Los paneles de los anillos 2 y 3, en proceso de montaje y alineación.*

### **5.2.5.2 Reflector Secundario (M2)**

La tecnología para la fabricación del reflector secundario está 100% desarrollada, la cual implicó un proceso de aprendizaje de prácticamente 10 años. Con base en ella, se produjo una primera versión del espejo. No obstante, a efecto de lograr una mejor precisión, actualmente se aplica un proceso de pulido fino en las instalaciones del Laboratorio de Superficies Asféricas.

La fabricación de una segunda versión del reflector secundario, que será la definitiva, iniciará en la primera semana de octubre, cuando se reciban los materiales necesarios.

Se cuenta ya con una estructura de soporte que se empleará, inicialmente, para su instalación en sitio, en tanto se termina la fabricación e instalación del posicionador y oscilador del espejo.



*La autoclave en una nave industrial del CIATEQ, con el molde del reflector secundario en su interior. A la derecha, la membrana de soporte del espejo ya curada.*

### **5.2.5.3 Reflector Terciario (M3)**

Mediante un convenio con el CIATEQ, el día 20 de junio de 2006 inició el diseño de detalle y la fabricación del espejo terciario del GTM.

A la fecha, se encuentra terminado al 100% el diseño del sistema mecánico, con base en el cual se ha procedido a la adquisición de componentes.

El sistema electrónico del espejo, que debe tener una interfaz con el sistema de control general del telescopio, está en revisión con el grupo técnico de servos de la Universidad de Massachusetts.

### **5.2.6 Instrumentación**

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.



*Los instrumentos iniciales del GMT: SEQUOIA, AzTECH y REDSHIFT.*

## **5.2.7 INFORME PROGRAMÁTICO PRESUPUESTAL**

### **5.2.7.1 Presupuesto Original y Modificado**

Para el ejercicio 2006, el GMT recibió un presupuesto original de 80,000.00 miles de pesos, de los cuales 55,000 miles de pesos fueron asignados al gasto corriente y 25,000 miles de pesos se asignaron al rubro de inversión de bienes muebles e inmuebles.

Posteriormente, por instrucciones del Dr. Gustavo Chapela, Director General del CONACYT, se autorizaron ampliaciones presupuestales por un monto total de 16,099.10 miles de pesos, para dar un total asignado al GMT, al cierre del primer semestre, de 96,099.10 miles de pesos, lo que representa un incremento de 20.12% con respecto al presupuesto original.

Cabe señalar que, en el mes de septiembre, se firmó un convenio de colaboración con el CONACYT, mediante el cual se autorizan, además, 95,797.36 miles de pesos, los cuales serán aportados en dos ministraciones: 42,166.94 miles en septiembre y 33,630.42 miles en octubre.

En la tabla siguiente se presenta el cuadro resumen del presupuesto original y modificado del GMT, con cifras al 30 de junio del 2006.

**Tabla # 1**  
**Presupuesto Original y Modificado del Ejercicio 2006**

CAPITULO	PRESUPUESTO ORIGINAL	PRESUPUESTO MODIFICADO	
		AMPLIACIÓN / REDUCCIÓN	TOTAL MODIFICADO
2000	8,200.00	21,300.00	29,500.00
3000	42,800.00	-11,500.00	31,300.00
4000	4,000.00	0.00	4,000.00
<b>Subtotal Gasto Corriente</b>	<b>55,000.00</b>	<b>9,800.00</b>	<b>64,800.00</b>
5000	25,000.00	-7,500.00	17,500.00
6000	0.00	13,799.10	13,799.10
<b>Subtotal Inversión</b>	<b>25,000.00</b>	<b>6,299.10</b>	<b>31,299.10</b>
<b>Total General</b>	<b>80,000.00</b>	<b>16,099.10</b>	<b>96,099.10</b>

Nota: Mediante convenio D. A. A. J. 10110/137/06, el CONACYT ha autorizado un presupuesto adicional de 97.79 millones de pesos que serán aportados en septiembre y octubre del presente ejercicio.

### 5.2.7.2 Presupuesto Ejercido

Al cierre del primer semestre del 2006, el comportamiento del gasto es el que se muestra en la siguiente tabla.

CAPITULO	ASIGNADO ANUAL	EJERCIDO AL 30-06-2006	SALDO	% EJERCIDO
2000	29,500.00	24,073.60	5,426.40	
3000	31,300.00	28,526.10	2,773.90	
4000	4,000.00	1,944.00	2,056.00	
<b>Subtotal Gasto Corriente</b>	<b>64,800.00</b>	<b>54,543.70</b>	<b>10,256.30</b>	<b>56.76</b>
5000	17,500.00	17,826.50	-326.50	
6000	13,799.10	9,493.80	4,305.30	
<b>Subtotal Inversión</b>	<b>31,299.10</b>	<b>27,320.30</b>	<b>3,978.80</b>	<b>28.43</b>
<b>Total General</b>	<b>96,099.10</b>	<b>81,864.00</b>	<b>14,235.10</b>	<b>85.19</b>

CAPITULO	ASIGNADO ANUAL	EJERCIDO AL 30-06-2006	SALDO	% EJERCIDO
2000	29,500.00	24,073.60	5,426.40	
3000	31,300.00	28,526.10	2,773.90	
4000	4,000.00	1,944.00	2,056.00	
<b>Subtotal Gasto Corriente</b>	<b>64,800.00</b>	<b>54,543.70</b>	<b>10,256.30</b>	<b>56.76</b>
5000	17,500.00	17,826.50	-326.50	
6000	13,799.10	9,493.80	4,305.30	
<b>Subtotal Inversión</b>	<b>31,299.10</b>	<b>27,320.30</b>	<b>3,978.80</b>	<b>28.43</b>
<b>Total General</b>	<b>96,099.10</b>	<b>81,864.00</b>	<b>14,235.10</b>	<b>85.19</b>



**INFORME DE AUTOEVALUACION SOBRE EL AVANCE DEL GTM**

**Período Enero- Junio del 2006**



## INDICE GENERAL

### 5.2 INFORME DE AUTOEVALUACION

5.2.1	Estructura de Acero	Pág.	2
5.2.2	Sistemas Mecánicos	Pág.	3
5.2.3	Unidad de Control Digital de la Antena	Pág.	4
5.2.4	Acabados de las Instalaciones	Pág.	5
5.2.5	Óptica del Telescopio	Pág.	5
5.2.6	Instrumentación	Pág.	9

### 5.2.7 INFORME PROGRAMATICO-PRESUPUESTAL

5.2.7.1	Presupuesto Original y Modificado	Pág.	10
5.2.7.2	Presupuesto Ejercido	Pág.	11