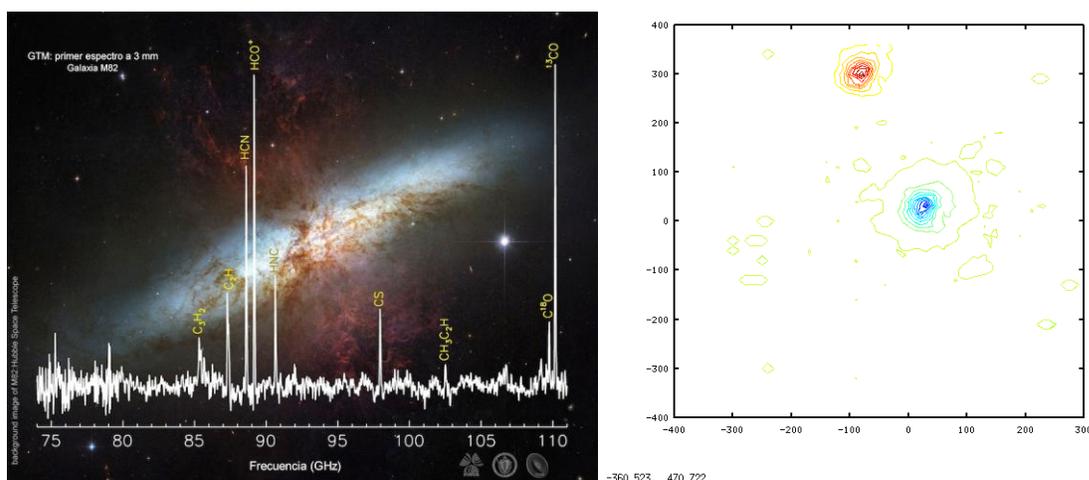


5.2 INFORME DE AUTOEVALUACION DEL PROYECTO GTM.

El informe de autoevaluación que aquí se presenta a la Junta de Gobierno, reporta las actividades ejecutadas en el período enero-junio del 2011 con relación a la fase de verificación y pruebas del Gran Telescopio Milimétrico, las cuales, como se explica más adelante, quedan insertas en el **Plan de Conclusión del Proyecto de Primera Luz**, aprobado por la Junta de Gobierno mediante acuerdo **R-JG-O-14-II-2009**.

1. Plan de Conclusión del Proyecto de Primera Luz (2010-2011)

La fase de licenciamiento del GTM denominada “Primera Luz”, entendida ésta como la capacidad del telescopio de operar una superficie reflectora de 32 metros de diámetro a una longitud de onda de 3 milímetros, inició en el ejercicio fiscal 2010, culminando en mayo del presente año con las primeras observaciones de objetos celestes, utilizando ya dos de los instrumentos existentes para propósitos de investigación científica (Red Shift Receiver y AzTEC), con los cuales ha quedado demostrado que el Gran Telescopio Milimétrico sigue siendo un proyecto científico vigente, factible de insertarse competitivamente, en el corto plazo, dentro de las grandes instalaciones dedicadas a la radioastronomía.



Primer espectro del GTM en la banda de 2.7 a 4.0 milímetros, correspondiente a la galaxia M82 (izquierda). Imagen de Saturno a 1mm obtenido con AzTEC. La posición de Saturno está marcada en azul; la mancha roja es un artefacto correspondiente al método de extracción de la señal sobre el ruido.

Para el logro del objetivo antes indicado fue necesario, conforme al Plan:

- (i) Completar la instalación de los componentes mecánicos y de control de movimiento de la antena;
- (ii) Lograr el balanceo de la antena tomando en cuenta el peso final del telescopio;
- (iii) Alinear el sistema de rodamiento para el movimiento acimutal requerido;
- (iv) Alinear los paneles de la superficie primaria (M1) con el rango de precisión mínimo requerido para observaciones a 3 mm;
- (v) Revisar y mejorar el desempeño de los actuadores, incluyendo el rediseño de la electrónica y software de control;
- (vi) Instalar el espejo secundario (M2) de aluminio, incluyendo su sistema de posicionamiento (hexápodo);
- (vii) Instalar el espejo terciario (M3) con su sistema de posicionamiento;
- (viii) Instalar instrumentos receptores para las campañas de medición holográfica;
- (ix) Instalar los instrumentos Red Shift Receiver y AzTEC para la detección de objetos celestes.

2. Estado Actual del Telescopio

El telescopio muestra un excelente comportamiento de los sistemas mecánicos y de control de los movimientos acimutal y de elevación. El apuntado y seguimiento de objetos celestes, si bien no ha sido plenamente cuantificado, es mejor a 2 segundos de arco y posiblemente se encuentre ya dentro de las especificaciones de diseño de $< 1''$ de arco.

Por cuanto al reflector primario (M1), actualmente el telescopio cuenta, como se ha dicho, con una superficie funcional de 32 metros. Esta es menor que los 50m de diámetro del diseño, la cual por supuesto será necesaria completar en la segunda fase de terminación del proyecto.

En la configuración funcional actual, hasta ahora se ha alcanzado una precisión en la superficie del M1 de alrededor de $150\mu\text{m}$, resultando en una alta eficiencia de la antena para operaciones en longitudes de onda de 3mm, pero mediocre a 1mm. La eficiencia óptima de la antena en todo el rango de operación (0.8 - 4mm) requiere alcanzar un presupuesto total de errores de $75\mu\text{m}$, de acuerdo con la especificación de MAN TECHNOLOGIE, el diseñador del GTM. Alcanzar esta cifra es la meta del proyecto al finalizar el 2011.

Se sabe que los dos elementos que aportan una mayor contribución al presupuesto actual de errores corresponden a paneles y actuadores.

La precisión de cada panel o segmento reflector depende esencialmente de la alineación de los sub-paneles dentro del mismo. La especificación de diseño

establece, para los paneles individuales o subpaneles, un error no mayor a $25\mu\text{m}$. No obstante, un estudio presentado en octubre de 2007 por el Dr. F. Peter Schloerb, de la Universidad de Massachusetts, mostró un error del orden de $50\mu\text{m}$. Se estima que actualmente los paneles tienen un error promedio de $100\mu\text{m}$. Se conocen causas potenciales de estos errores; su caracterización y corrección es una de las tareas a llevar cabo durante la segunda mitad del 2011.

Habiendo sido concebido en el diseño del GTM el funcionamiento de una superficie activa que corrija, en tiempo real, las deformaciones producidas por gravedad, viento, efectos térmicos, etc., el desempeño de los actuadores determina de manera crítica el comportamiento de la superficie primaria en su conjunto.

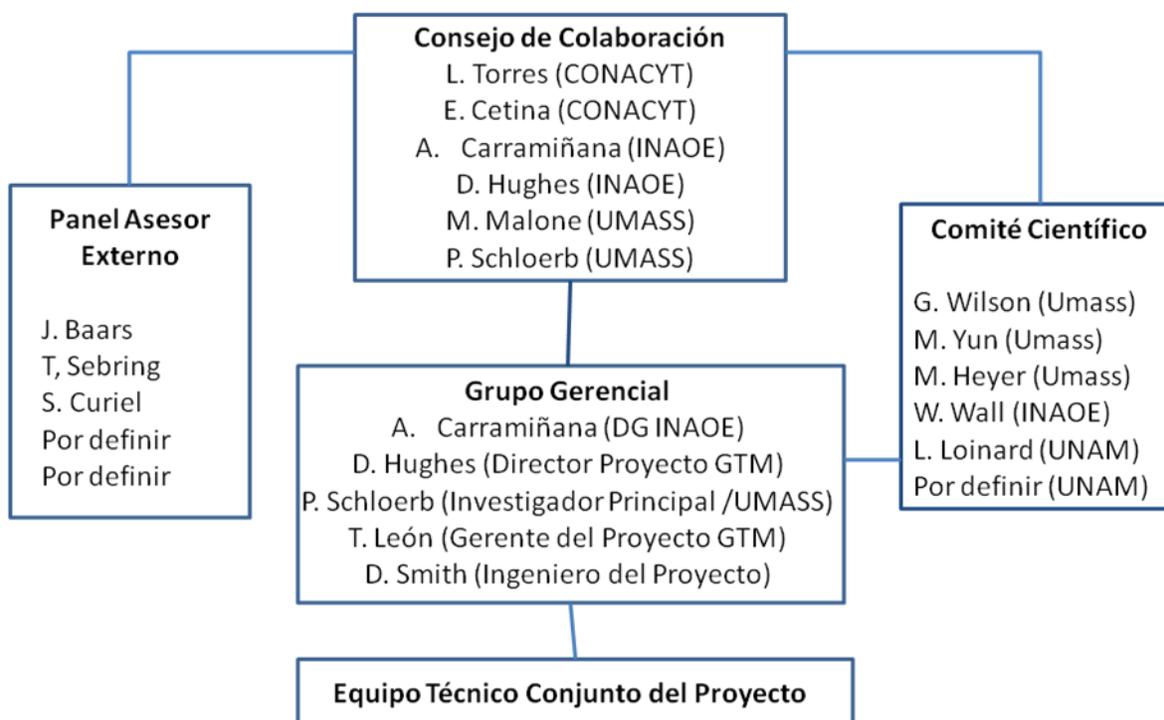
En este sentido, a partir del estado de funcionamiento que mostraban los actuadores originalmente manufacturados, se emprendió una re-ingeniería de su electrónica y software de control, acción realizada por el Centro de Ingeniería (CeIN) del INAOE. El posicionamiento de estos dispositivos está especificado en $10\mu\text{m}$, lo cual posiblemente ya se esté cumpliendo. Los actuadores tienen actualmente una confiabilidad del 80%. Actualmente se realizan estudios para caracterizar las fallas del 20% restante del sistema, las cuales parecen no originarse en el sistema de control, sino en las componentes mecánicas originales. Se estima factible alcanzar una confiabilidad cercana al 100% con el sistema actual; sin embargo, de no ser así, el reemplazo completo de los 720 actuadores implicaría una erogación de entre 800,000 y 1.6 millones de dólares, para lo cual la compañía MT Mechatronics está en disponibilidad de proporcionar un estudio y presupuesto detallado de esta acción, que se implementaría sólo en caso extremo.

En síntesis, es claro que el proyecto tiene los objetivos técnicos de alcanzar plenamente las especificaciones originales de la antena: un presupuesto de precisión de $75\mu\text{m}$ del reflector primario con un área colectora de 50 metros de diámetro.

Si bien el GTM es ya un instrumento altamente competitivo a 3mm, su superficie actual es 40% de la configuración de diseño, y su eficiencia a 1mm es menor al 5%. Al alcanzar las especificaciones originales, el telescopio funcionará de acuerdo a su potencial, expectativa que sigue vigente entre la comunidad astronómica.

3. Organización del Proyecto

Con pequeñas adecuaciones acordes a la etapa actual del proyecto GTM y conforme al nuevo Memorando de Entendimiento que se negocia bajo la coordinación del CONACYT con la Universidad de Massachusetts para las tareas conjuntas que quedan pendientes, se contempla el establecimiento del esquema de organización siguiente.



4. INFORME PROGRAMÁTICO PRESUPUESTAL

Presupuesto Original y Modificado

Con el propósito de completar las tareas pendientes de la fase de licenciamiento del GTM, en el proyecto de presupuesto para el ejercicio fiscal 2011 el Instituto presentó una solicitud de recursos por un monto total de 92.0 millones de pesos, de los cuales, al cierre del primer semestre, fueron autorizados 25.0 millones, equivalente al 27.2% del monto requerido, distribuidos conforme se muestra en la tabla siguiente.

Tabla # 1
Presupuesto Original y Modificado al Cierre del Período Enero Junio de 2011
(Miles de Pesos)

CAPITULO	PRESUPUESTO SOLICITADO	PRESUPUESTO AUTORIZADO ORIGINAL	PRESUPUESTO MODIFICADO
2000 MATERIALES Y SUMINISTROS	11,864.0	2,850.0	3,436.0
3000 SERVICIOS GENERALES	63,636.0	22,150.0	21,564.0
5000 BIENES MUEBLES E INMUEBLES	16,500.0	0.0	0.0
TOTAL PRESUPUESTO	92,000.00	25,000.0	25,000.0

Presupuesto Ejercido

Al cierre del período, los trabajos ejecutados indicados en el apartado anterior de este informe, implicaron un ejercicio presupuestal de 28,807.6 miles de pesos, lo que representó el 115.2% del presupuesto programado para el período. El sobre ejercicio registrado a ese momento, fue absorbido con recursos transferidos por el CONACYT como adelanto del presupuesto adicional de 25.0 millones de pesos que fue autorizado por la SHCP en el mes de julio.

La tabla siguiente muestra el ejercicio del gasto, a nivel capítulo.

Tabla # 2
Presupuesto Ejercido al 30 de Junio de 2008
(Miles de Pesos)

CAPITULO	PROGRAMADO A JUNIO	PRESUPUESTO EJERCIDO (1)	%
2000 MATERIALES Y SUMINISTROS	3,436.0	3,564.0	103.7
3000 SERVICIOS GENERALES	21,564.0	25,243.6	117.1
5000 BIENES MUEBLES E INMUEBLES	0.0	0.0	
TOTAL PRESUPUESTO	25,000.0	28,807.6	115.2

Nota (1): Se realizaron erogaciones con recursos recibidos de CONACYT por un monto de \$8,300.0 miles de pesos, como adelanto del oficio de afectación presupuestal que estaba en trámite de aprobación, para gastos derivados de la operación del proyecto.

5. SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Cierre del ejercicio 2011

El Memorando de Entendimiento que se negocia con la UMASS establece como actividades críticas, las siguientes:

- a) **Fase de culminación:** La fabricación, instalación y alineación de la superficie restante del telescopio, la cual corresponde a los anillos 4 y 5 del reflector primario, así como la corrección de cualquier otro problema identificado en la fase de "primera luz". Esta fase incluirá demostraciones científicas para demostrar las capacidades del GTM.
- b) **Fase de operación del GTM:** Referente al "Comisionamiento" y "Demostraciones Científicas" para proveer el nivel de operaciones y mantenimiento requeridos a los sistemas de la antena.

Con base en lo anterior, se han integrado dos grupos de expertos para las actividades de ingeniería, sistemas y metrología necesarias para:

- i) La verificación técnica de lo realizado hasta ahora;
- ii) La identificación y planeación de actividades críticas, y
- iii) La ejecución de actividades para la terminación de la superficie con un diámetro de 50 metros.

En el aspecto financiero, se han realizado unas proyecciones para cubrir las necesidades mínimas que permitan realizar las verificaciones técnicas y poder planear actividades críticas a desarrollar en lo que resta del ejercicio 2011. Con base en ello, se ha identificado un déficit en la operación del proyecto en lo que resta del ejercicio de poco más de 12 millones de pesos, resultante mayormente de necesidades de gasto en el capítulo 3000, específicamente la partida 33901: subcontratación de servicios con terceros.

Proyección de egresos a diciembre 2011

A JULIO	AGOSTO	SEPT	OCT	NOV	DIC
\$ 16,379,065	\$ 15,423,230	\$ 10,116,073	\$ 1,506,095	-\$ 3,991,182	-\$ 12,028,349

El recurso adicional para el último cuatrimestre del año se ha solicitado ya al CONACYT, el cual no implica ninguna nueva inversión en desarrollo de ingeniería. Dicho recurso es requerido de manera importante para mantener al personal del proyecto que realizará labores de:

- a) Verificación de alineación de la superficie
- b) Verificación de la precisión del funcionamiento de los actuadores de la superficie
- c) Verificación de espejos secundario y terciario (M2 y M3)
- d) Planeación de proyectos críticos para el 2012
- e) Operación del sitio GTM
- f) Mantenimiento del telescopio
- g) Mantenimiento del camino
- h) Operación del telescopio en actividades científicas de equipo INAOE y UMASS
- i) Operación del campamento base, sitio de alojamiento de astrónomos y equipo de trabajo

Es importante aclarar que se están realizando acciones importantes para eficientar los recursos existentes y minimizar los requerimientos financieros para el último cuatrimestre 2011. En este sentido, se resalta:

- Se deja de considerar el costo indirecto del GTM en la operación del INAOE
- Se están buscando oportunidades de economías en los gastos de operación del GTM

5.2 PEF 2012

Para atender el programa de actividades del Gran Telescopio Milimétrico del ejercicio fiscal 2012, el INAOE envió a la Coordinadora de Sector, a nivel proyecto, un presupuesto de \$182'000,000.00 (Ciento ochenta y dos millones de pesos 00/100 M. N.), distribuidos, a nivel capítulo de gasto, como sigue:

CAPITULO	MONTO
2000. Materiales y Suministros	38'530,000.00
3000. Servicios Generales	51'870,000.00
Total Gasto Corriente	90'400,000.00
5000. Bienes Muebles e Inmuebles	91'600,000.00
Total Gasto de Inversión	91'600,000.00
Total Presupuestado	182'000,000.00

No obstante lo anterior, en el PEF 2012 que ha enviado el Poder Ejecutivo a la Cámara de Diputados, sólo se ha considerado el presupuesto institucional del INAOE, sin incluir en éste los recursos asociados al Gran Telescopio Milimétrico, por ser, de acuerdo a la SHCP, un proyecto de tratamiento especial que no forma parte del presupuesto regularizable del INAOE.

Esta decisión coloca nuevamente al proyecto en una situación de inestabilidad financiera que provoca, entre otras cosas, dificultades en la planeación, programación y ejecución de las actividades previstas para el año entrante.

Por otra parte, es conveniente reiterar ante la Junta de Gobierno que debido a que hasta ahora el proyecto GTM carece de su estructura organizacional, situación que ha sido observada por la Auditoría Superior de la Federación, en el monto presupuestado en el capítulo 3000 se tiene programado un total de 21.74 millones de pesos para el pago de servicios de administración del personal, de la misma forma en que se ha operado en los ejercicios fiscales de 2010 y de 2011.

De atenderse la recomendación de la Auditoría Superior de la Federación, con el dictamen financiero de la SHCP y la autorización de la estructura del proyecto por parte de la SFP, la programación del presupuesto 2012 se vería modificada de la siguiente manera.

CAPITULO	MONTO
1000. Servicios Personales	21'754,071.00
2000. Materiales y Suministros	38'530,000.00
3000. Servicios Generales	30'115,929.00
Total Gasto Corriente	90'400,000.00
5000. Bienes Muebles e Inmuebles	91'600,000.00
Total Gasto de Inversión	91'600,000.00
Total Presupuestado	182'000,000.00



INFORME DE AUTOEVALUACION SOBRE EL AVANCE DEL GTM

Período Enero- Junio del 2011



INDICE GENERAL

INFORME DE AUTOEVALUACION

1. Plan de Conclusión del Proyecto de Primera Luz (2010-2011)	Pág. 1
2. Estado Actual del Telescopio	Pág. 2
3. Organización del Proyecto	Pág. 3
4. Informe Programático Presupuestal	
Presupuesto Original y Modificado	Pág. 4
Presupuesto Ejercido	Pág. 5
5. Situación Actual	
5.1 Cierre del ejercicio 2011	Pág. 5
5.2 PEF 2012	Pág. 7