

---

El Gran Telescopio Milimétrico:  
países vecinos exploran el cosmos juntos

---



Compilado y editado por Esperanza Carrasco, Itziar Aretxaga y

William Irvine

Traducido del inglés por Esperanza Carrasco e Itziar Aretxaga

Septiembre del 2005

**Autores (en orden alfabético)**

**Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica**

Itziar Aretxaga

Pablo S. Barrera

Alberto Carramiñana

Esperanza Carrasco

David M. Gale

David H. Hughes

Janina Nava

Alfonso Serrano

William F. Wall

**Observatorio Radioastronómico de los Cinco Colegios (FCRAO)**

Neal Erickson

Mark Heyer

William M. Irvine

Gopal Narayanan

F. Peter Schloerb

Ronald L. Snell

Kamal Souccar

Grant Wilson

Judith Young

Min S. Yun

**Instituto Tecnológico de Massachusetts, Observatorio Haystack**

Sheperd Doeleman

**Colegio Smith**

James Lowenthal

**Laboratorio de Investigación en Ingeniería Mecánica (MERLAB),  
Decatur, Georgia**

David R. Smith



Figura: Miembros de los grupos de trabajo del Observatorio del Gran Telescopio Milimétrico, durante un taller en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica en Tonantzintla, México, en el 2002. De arriba a abajo, y de izquierda a derecha: Daniella Malin, Kamal Souccar, Gary Wallace, Edward Chapin, Luis Carrasco, Alfonso Serrano, David Hughes, William Wall, Ronald Snell, James Lowenthal, Itziar Aretxaga, Alberto Carramiñana, Celso Gutiérrez, Min Yun, Omar López-Cruz, Mark Heyer, Peter Schloerb, William Irvine, Pablo Barrera, Rogerio Enríquez, Ronna Erickson, Judith Young y Read Predmore.



# Prólogo

El Gran Telescopio Milimétrico (GTM) es un proyecto que consiste de una antena de 50 m de diámetro, de receptores extremadamente sensibles y de los sistemas de control y procesamiento de datos correspondientes. Se trata el telescopio más grande del mundo operando en ondas milimétricas cortas. Es un instrumento único porque su gran área colectora, de casi 2000 m<sup>2</sup>, se traduce en una alta sensibilidad y una velocidad de cartografía cósmica nunca antes alcanzada. El telescopio se encuentra en la cima del volcán Sierra Negra o Tliltépetl, en la región central de México.

El GTM revolucionará el entendimiento humano del Universo en el que vivimos, estudiándolo desde sus orígenes. El telescopio permitirá realizar medidas detalladas de la estructura del fondo de radiación cósmica y descubrir cientos de miles de nuevas galaxias cerca de la época en la que se formaron, lo que contribuirá a comprender la naturaleza, el origen y evolución del Universo y sus estructuras. También hará posible la observación a través del polvo que oscurece el proceso de formación de las estrellas en galaxias distantes para elucidar la historia de formación estelar. Asimismo, se podrá analizar el medio ambiente de los núcleos activos de galaxias, con el propósito de establecer la relación que existe entre los hoyos negros supermasivos y sus galaxias anfitrionas. Se dará seguimiento a los destellos de rayos gamma, observándolos inmediatamente después de que sean descubiertos, con el objetivo de entender, en más detalle, la muerte de las estrellas masivas y el

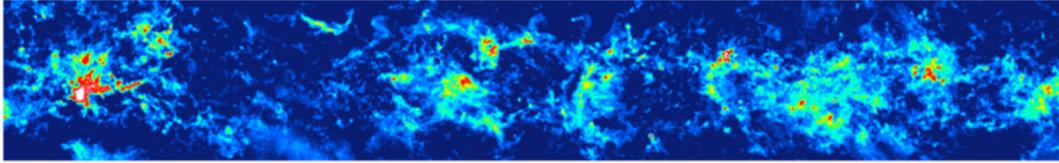


Figura: El Anillo Galáctico es la estructura dominante de formación estelar de la Vía Láctea. La imagen fue tomada con el arreglo de receptores SEQUOIA, que será uno de los primeros instrumentos del GTM. Imagen integrada en  $^{13}\text{CO}$   $J=1-0$  de los primeros 16 grados cuadrados del censo del Anillo Galáctico de la Vía Láctea trazado por la Universidad de Boston-Five College Radio Astronomy Observatory<sup>[1]</sup>.

origen de los elementos químicos más pesados.

En el ámbito del Universo local, el GTM examinará nuestra galaxia, la Vía Láctea, y otras galaxias para establecer la naturaleza y distribución del gas y el polvo del cual se forman las estrellas. Asimismo, las observaciones contribuirán a establecer la existencia y naturaleza del hoyo negro masivo localizado en el centro de la Vía Láctea, ya que por la ubicación geográfica del telescopio, se cuenta con una cobertura norte-sur y una sensibilidad extraordinaria para realizar observaciones interferométricas de base muy larga.

De cara a las ciencias planetarias y la astrobiología, el GTM constituye una herramienta muy poderosa, con la capacidad necesaria para buscar moléculas orgánicas complejas en el espacio y analizar con una sensibilidad sin precedentes la química y física de los cometas, que contienen muestras del material del cual se formó nuestro sistema planetario. Con él se realizará el

primer censo detallado de objetos pequeños del Sistema Solar, como son los objetos cercanos a la Tierra, asteroiodes, centauros y objetos del Cinturón de Kuiper y se estudiará la atmósfera de planetas y satélites. Por otro lado, con el GTM será posible detectar y caracterizar los discos de gas y polvo alrededor de las estrellas, de los cuales se forman los planetas.

El nuevo telescopio incorpora avances significativos en el diseño de antenas, ya que emplea varios sistemas activos para alcanzar las especificaciones técnicas. El reflector primario consiste de 180 segmentos, que se mueven bajo el control de una computadora, haciendo del telescopio una estructura flexible que puede cambiar su forma para compensar las distorsiones producidas por la gravedad y los gradientes de temperatura. La mayoría de las empresas que han participado en la construcción del telescopio y sus sistemas asociados han sido empresas mexicanas. En el campo de la instrumentación milimétrica, se han diseñado y fabricado receptores ultra sensibles con las tecnologías más innovadoras.

El GTM es un proyecto binacional entre México y Estados Unidos. Se trata del proyecto científico de mayor alcance llevado a cabo por México, y es, sin duda, el proyecto de cooperación científica más grande entre los dos países. Se ha desarrollado como una colaboración entre el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica en México y la Universidad de Massachusetts en Amherst, Estados Unidos. Ambas instituciones se han comprometido a llevar a cabo el proyecto, no sólo para realizar investigación de frontera, sino también para formar a la siguiente generación de científicos e ingenieros en los diferentes campos del conocimiento relacionados con el desarrollo del

GTM y sus instrumentos. Existe además, un fuerte compromiso del proyecto para contribuir a educar al público en temas de astronomía y tecnología. Las dos instituciones han formado el Observatorio del Gran Telescopio Milimétrico, que operará el telescopio. El proyecto GTM es una muestra de una colaboración enriquecedora y exitosa entre los dos países.

El presente libro es un esfuerzo colectivo por difundir el valor científico y cultural del GTM a un público formado por estudiantes y profesionales de cualquier disciplina. Para una visión global se recomienda el capítulo 1, donde se presentan los antecedentes del proyecto, los aspectos científicos y tecnológicos más relevantes y aquellos relacionados con la formación de recursos humanos, la colaboración internacional, el papel del telescopio en el entorno mundial, así como la relación del proyecto con la sociedad.

En los capítulos posteriores se tratan en más detalle las áreas científicas en las que el GTM tendrá particular incidencia: el origen y evolución de las galaxias, así como otros temas relacionados con la cosmología moderna, se describen en el capítulo 2; la naturaleza de las galaxias del Universo local, en el capítulo 3; la formación de estrellas y el medio interestelar, en el capítulo 4; y las ciencias planetarias y la astrobiología, en el capítulo 5. En el capítulo 6 se describen los desarrollos tecnológicos más novedosos incorporados al GTM. Los receptores y espectrómetros que han aplicado tecnología de frontera se presentan en el capítulo 7. El papel que el GTM tiene en la formación de recursos humanos en México y en Estados Unidos se recoge en el capítulo 8. La contribución del proyecto a la conservación del medio ambiente y la vinculación con el público, se describen en el capítulo 9, y el Observatorio

del Gran Telescopio Milimétrico en el capítulo 10. Al final se presenta un glosario de términos frecuentes.

El GTM es una infraestructura científica de frontera que posiciona a las instituciones participantes, y en el caso de México a toda la comunidad astronómica, a nivel competitivo y de liderazgo en el ámbito de la investigación científica internacional.



# Referencias

- [1] Simon, R. et al. (2001) , “The Structure of Four Molecular Cloud Complexes in the BU-FCRAO Milky Way Galactic Ring Survey”, *Astrophys. J.*, 551, 747.

