

FRIDA: un innovador instrumento mexicano para el Gran Telescopio CANARIAS

- FRIDA es un instrumento astronómico que se instalará en el año 2015 en el Gran Telescopio CANARIAS y que tomará imágenes del Universo en el rango del infrarrojo cercano.
- El Instituto de Astronomía de la UNAM lidera el proyecto desde la fase de diseño hasta la de operación científica con la participación del CIDESI (México), IAC (España), UCM (España) y UF (EUA).
- El pasado mes de septiembre, el comité revisor externo ratificó la excelente calidad del proyecto y dio luz verde a la construcción definitiva de FRIDA.
- El instrumento observará el Universo estudiando una amplia variedad de fenómenos astronómicos desde el sistema solar hasta los confines más lejanos del Universo.



El Gran Telescopio CANARIAS (GTC) es un telescopio de 10.4 m de diámetro, de los más grandes del mundo en su tipo, está instalado en La Palma, Islas Canarias, España bajo uno de los mejores cielos para la observación astronómica. En operación desde el mes de julio de 2009, este telescopio español observa cada noche el Universo con la tecnología más avanzada. La UNAM, a través del Instituto de Astronomía, es socia del telescopio, habiendo participado tanto en el

desarrollo tecnológico de sus instrumentos como en los proyectos científicos que con ellos se llevan a cabo. Desde la etapa de definición de telescopio, el equipo de científicos e ingenieros del Instituto de Astronomía de la UNAM colaboró con algunas instituciones españolas para construir OSIRIS; uno de los dos instrumentos que actualmente está en operación en el Gran Telescopio CANARIAS y que está dando resultados científicos muy notables.

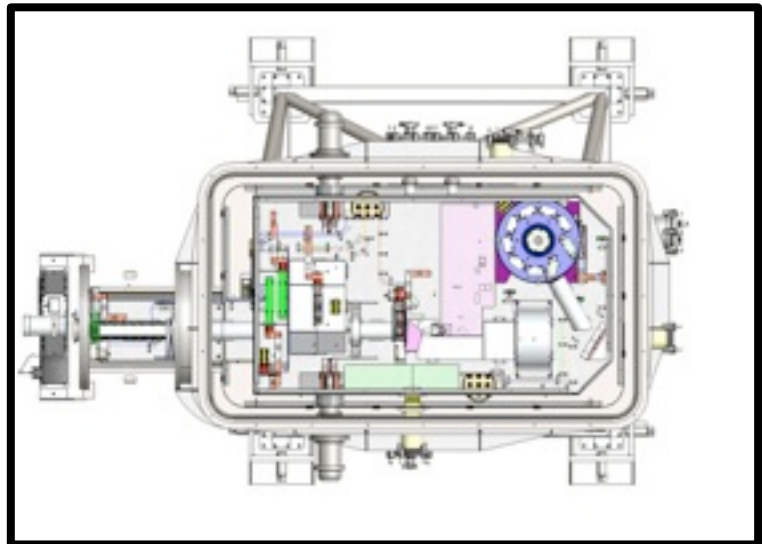
Ahora, el equipo responsable del desarrollo instrumental del Gran Telescopio CANARIAS, trabaja desde 2005 para desarrollar los instrumentos que serán instalados en el futuro en el telescopio. FRIDA (inFrared Imager and Dissector for the Adaptive optics system) es uno de los dos instrumentos proyectados para formar parte de la llamada *segunda generación de GTC*. FRIDA, cuyo diseño y construcción está liderado por el Instituto de Astronomía de la UNAM, trabajará en el rango de la luz infrarroja y podrá alcanzar un poder de resolución comparable al de los telescopios espaciales. Utilizará un método denominado *óptica adaptativa* con el que se consigue corregir en tiempo real los efectos

producidos por la turbulencia ocasionada por la atmósfera. Cuanto más turbulenta es la atmósfera, las trayectorias de los rayos de luz que vienen de los astros se hacen más erráticas, generando imágenes menos definidas y limitando así la capacidad de distinguir objetos que están muy juntos. En el Gran Telescopio CANARIAS, cómo otros telescopios de su campo, se está construyendo un sistema de *óptica adaptativa* y FRIDA funcionará en conjunto con él.

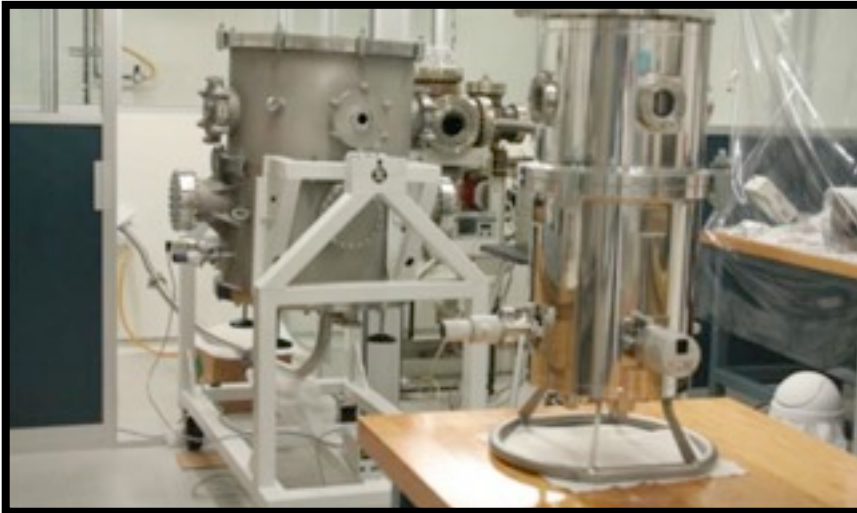
FRIDA podrá trabajar tanto para tomar imágenes con una inigualable resolución, como espectros con los que se podrán estudiar las composiciones químicas y las propiedades físicas de los materiales que componen el Universo. Esta última es una característica única de este versátil instrumento que le da una ventaja importante sobre los pocos instrumentos similares que existen en el mundo y que permitirá hacer estudios cinemáticos y otros de regiones tan pequeñas como las contenidas en áreas del cielo menores a un segundo de arco cuadrado rebanadas en treinta secciones. La cámara de FRIDA va a permitir tomar imágenes con una resolución del orden de decenas de milisegundos de arco, en otras palabras, con ella se podría distinguir una moneda de un peso a más de 100 km de distancia.

FRIDA: hecho en México

El Instituto de Astronomía de la UNAM está liderando todas las fases de planeación, diseño, construcción, verificación y desarrollo científico de FRIDA. En 2005, el consorcio del Gran Telescopio CANARIAS aceptó el diseño conceptual de FRIDA. Los científicos e ingenieros liderados por el Instituto de Astronomía comenzaron a trabajar para determinar el diseño óptico y mecánico del instrumento. Dos años después, en 2007 tuvo lugar la primera revisión general del diseño formal del proyecto integral que incluía la óptica, la mecánica, el sistema de control, los detectores, espectrógrafo y el sistema de criogenia de una manera satisfactoria. Para evitar contaminación en los detectores, toda la instrumentación astrofísica lleva incorporado un sistema de enfriamiento que permite mantener todo el sistema optomecánico al vacío y a muy bajas temperaturas. Los instrumentos infrarrojos son especialmente sensibles a pequeños aumentos de la temperatura, por lo que el equipo estará operando a temperaturas de $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$. Desde la evaluación y revisión de 2007, el equipo de FRIDA ha trabajado además en la construcción de 3 prototipos de los mecanismos más críticos del proyecto y en el diseño de dos contenedores criogénicos. Cuando la tecnología que se pretende construir es novedosa e implica investigación tecnológica, como en el caso de la construcción de FRIDA, es fundamental probar que funciona bajo los requerimientos del diseño. Los dos contenedores criogénicos desarrollados y que ahora están operativos son: COLIBRÍ con 20 cm de base fría, enfriado con nitrógeno líquido y FCTF con diámetro un poco mayor de



70 cm, pre-enfriado con nitrógeno líquido y que es mantenido en frío con sistemas de enfriamiento de ciclos cerrados que trabajan con compresores de helio. Los tres prototipos que hasta ahora se han desarrollado han sido el colimador de la pre-óptica, la rueda de plano focal y el carrusel de rejillas, diseñados y manufacturados conjuntamente entre el Instituto de Astronomía de la UNAM y el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI, México), lo que ha significado a su vez la validación de los procesos, de los materiales, de los componentes y equipos especiales para vacío y criogenia. Estos instrumentos, nunca antes se habían diseñado y manufacturado en México con estas características, dimensiones e innovación tecnológica y han sido desarrollados por todo un equipo de trabajo, conformado por investigadores, ingenieros y técnicos, que se han



apegado a una planeación estratégica y anticipación de las necesidades para lograr exitosamente todas las metas alcanzadas hasta ahora. El equipo, fundamentalmente mexicano, Instituto de Astronomía y CIDESI, cuenta también con la participación de la Universidad Complutense de Madrid (UCM, España) y la Universidad de Florida (UF, EUA).

Criostatos para realizar pruebas de prototipos y subsistemas de FRIDA . Autor: Carlos Espejo (IA-UNAM)

A finales de septiembre de este año, un equipo de revisores externos de EUA, Holanda, España y Francia evaluó y reconoció positivamente el proyecto FRIDA. Después de aplicar criterios del mismo nivel que se usan para definir la instrumentación para satélites espaciales en la NASA o la Agencia Espacial Europea, los revisores dieron luz verde para que comience la siguiente fase de fabricación definitiva del instrumento. La fase de prueba en laboratorio está programada para 2014, y el instrumento se comisionará al Gran Telescopio CANARIAS para su ensamblaje y puesta en operación en el año 2015.

Observando un Universo frío

Pero, ¿qué pretenden estudiar los astrónomos con FRIDA? El instrumento captará la luz del Universo relativamente fría: el infrarrojo cercano. Su gran secreto es su inigualable resolución tanto para tomar imágenes del Universo como para estudiar mediante

espectros la composición química y las propiedades físicas de los cuerpos celestes. Estas características abren ampliamente las posibilidades de estudio de FRIDA, que observará desde los astros del sistema solar hasta las galaxias más lejanas. Las imágenes de tomadas por FRIDA podrán trazar el mapa y estudiar cráteres y volcanes de los planetas y lunas del sistema solar. Las frías enanas marrones serán también objeto de estudio de FRIDA, así como las regiones donde se están formando estrellas, como la conocida



nebulosa de Orión, que se encuentra en la constelación del mismo nombre. Su resolución espacial permitirá distinguir compañeras binarias cercanas una a la otra, discos protoestelares: el estadio más primigenio de una estrella. Además la capacidad de medir la velocidad del gas con precisiones que aún no se pueden alcanzar permitirá estudiar los chorros de gas que emergen de algunas estrellas y del centro de algunas galaxias que albergan agujeros negros supermasivos en sus centros. Las estrellas en sus últimas etapas también serán objeto de estudio de este innovador instrumento. En cuanto al Universo que existe más allá de nuestra propia galaxia; muchos serán los programas científicos en los que trabajará FRIDA, como las galaxias con una peculiar e intensa formación estelar y que son denominadas *Starbursts*, o las galaxias activas con agujeros negros supermasivos, las interacciones de galaxias y las propiedades y evolución de los cúmulos de galaxias que pueblan el Universo.

Por primera vez en su historia, México lidera en todos los sentidos un proyecto instrumental astronómico internacional: FRIDA, el cual es de una gran envergadura, sorprendente desde la fase del diseño técnico, hasta la del estudio científico, resaltando que en nuestro país el desarrollo de esta tecnología nunca antes había sido diseñada y que posteriormente se había autorizado su fabricación. Después de más de 6 años de planificación y diseño, FRIDA hoy es un hecho. El pasado mes de septiembre, el comité revisor evaluó y ratificó el trabajo científico-técnico realizado por el Instituto de Astronomía y sus socios, dando luz verde para su manufactura definitiva, lo que llevará a tres años más de trabajo al notable equipo de dedicados científicos e ingenieros que trabajan para hacer realidad el novedoso equipo de instrumentación: FRIDA.

El investigador principal de FRIDA es el Dr. José Alberto López del IA-UNAM, la gestión del proyecto está a cargo de la M. en I. Beatriz Sánchez, el diseño óptico del Dr. Salvador Cuevas, el Fis. Carlos Espejo está a cargo del los aspectos relacionados con integración y validación, el M. en I Rubén Flores es responsable del control de subsistemas, el Dr. Alan Watson en el grupo de ciencia y definición del instrumento, así como Oscar Chapa, Luis Carlos Álvarez y Gerardo Lara también forman parte del grupo de trabajo del IA-UNAM.

