



GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

Un telescopio para el futuro

El Gran Telescopio Canarias (GTC) será, por sus prestaciones, el telescopio mayor y más avanzado cuando entre en servicio en el año 2003. Impulsado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el GTC, con el apoyo decidido del Estado y de la Comunidad Autónoma de Canarias, es el primer proyecto de "gran ciencia" liderado por España y ubicado en su territorio. Su puesta en marcha aumentará el conocimiento sobre el origen y evolución del Universo y permitirá el descubrimiento de nuevos y desconocidos fenómenos celestes.



Composición de un modelo 3D del GTC con una panorámica del Observatorio del Roque de los Muchachos.

GTC, un telescopio para el futuro

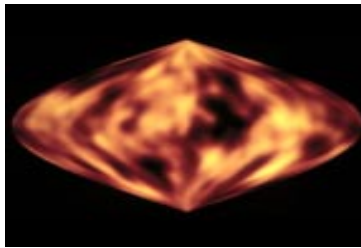
El cielo de Canarias

Este avanzado telescopio será instalado sobre una superficie de 5.000 m² en el Observatorio del Roque de los Muchachos del IAC, en la isla canaria de La Palma, donde geografía y clima se unen para proporcionar unas condiciones excepcionales para la observación astronómica. El sitio se halla por encima del "mar de nubes", a 2.400 metros sobre el nivel del mar, donde, gracias a los Vientos Alisios, la atmósfera es estable y muy transparente.

El Observatorio del Roque de los Muchachos, junto con el Observatorio del Teide y el Instituto de Astrofísica, en la isla de Tenerife, constituyen el *Observatorio Norte Europeo*, uno de los tres paraísos astronómicos más importantes de nuestro planeta. Una ley protege la calidad del cielo sobre los Observatorios Astrofísicos de Canarias convirtiéndolos en una verdadera "reserva astronómica", en la que se encuentran instalados telescopios e instrumentación científica de más de treinta instituciones de trece países diferentes.

Ventajas del GTC

Las tres grandes ventajas del GTC son: una excelente calidad de imagen, una alta fiabilidad técnica y una máxima eficacia observacional. Todo ello, unido a las altas especificaciones impuestas en su proceso de fabricación, convierte a este telescopio en un gran desafío tecnológico para las empresas más avanzadas que están participando en su construcción.



Calidad de imagen

El *espejo primario* está compuesto por un mosaico de 36 elementos vitrocerámicos hexagonales, de 1,9 m de diagonal cada uno, que formarán, al acoplarse, una superficie hexagonal de 11,4 m de extremo a extremo (equivalente a la de un espejo circular de 10,4 m de diámetro). Al disponer de esta gran superficie colectora, el GTC podrá "ver" los objetos más distantes y los más débiles de nuestro universo, desde galaxias lejanas recién nacidas, hasta sistemas planetarios en estrellas de nuestros alrededores; este telescopio también buscará la materia oscura para indagar en su misteriosa naturaleza.

Un sistema de *óptica activa* mantendrá alineados los espejos corrigiendo las deformaciones causadas por los cambios de temperatura, las tensiones mecánicas y las inevitables limitaciones del proceso de fabricación. Además, el GTC será el primer telescopio que incorpore en su diseño un sistema de *óptica adaptativa*, que compensará las pequeñas turbulencias de la atmósfera para conseguir una mayor resolución en las imágenes obtenidas.

La *cúpula* del telescopio, que lo protege del viento y de la humedad, ha sido diseñada, como todo el edificio del GTC, para facilitar la ventilación y reducir al mínimo las perturbaciones térmicas producidas en su interior.

Fiabilidad técnica

La capacidad para detectar y corregir de manera inmediata los posibles problemas que se presenten durante el funcionamiento del telescopio es una garantía para cumplir un programa de observación y obtener los mejores resultados científicos. Por ello, ya desde la fase inicial del GTC se ha diseñado un adecuado programa de mantenimiento preventivo que garantiza que el tiempo de parada producido por los fallos en el sistema sea mínimo.

Eficacia observacional

Una de las peculiaridades que distinguirá al GTC es que un sistema de control automático decidirá, según las condiciones atmosféricas, qué tipo de observación conviene realizar en cada momento y con qué instrumentación. Este modelo, conocido como *observación por colas*, garantizará el máximo rendimiento durante el período de utilización.

Instrumentación focal

El GTC estará equipado con una instrumentación focal que aprovechará al máximo sus posibilidades. La primera generación de instrumentos, que ya se está desarrollando, incluye un espectrógrafo de baja resolución con sistema de imagen (OSIRIS), un espectrógrafo infrarrojo multiobjeto alimentado con máscaras multirrendija (EMIR) y una cámara y espectrógrafo en el infrarrojo térmico (CANARI-CAM).

El Instituto de Astrofísica de Canarias

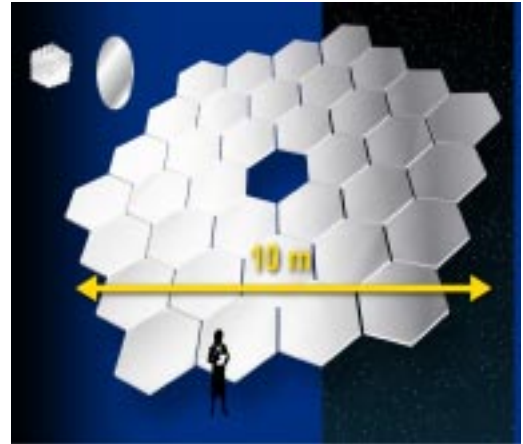
La apuesta por la construcción del GTC es un paso más en la andadura del Instituto de Astrofísica de Canarias, en su afán de hacer ciencia competitiva y de impulsar el desarrollo tecnológico e industrial de su entorno. Este centro de investigación destaca, no sólo por el alto nivel de su producción científica, sino también por su experiencia en proyectos de instrumentación desde tierra y en el espacio. El IAC ha adquirido, además, una amplia experiencia en la gestión de instalaciones telescópicas y en la administración de observatorios internacionales.

"GRANTECAN, S.A."

Con objeto de ganar eficacia en los trámites y realización del proyecto, cuyo coste se acerca a cien millones de dólares, la construcción del GTC se ha encomendado a la empresa pública "GRANTECAN, S.A.", creada específicamente para este fin. En esta empresa participan como socios la Comunidad Autónoma de Canarias y la Administración General del Estado, además de las instituciones de aquellos países que finalmente se integren en el proyecto. España lidera este proyecto a través de la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) de la Presidencia del Gobierno de España.

LOS 5 GRANDES CONTRATOS DEL GTC

Con la firma el pasado 18 de enero del contrato para el pulido de los segmentos del espejo primario del Gran Telescopio Canarias (GTC), finalizaba la serie de grandes contratos (cinco en total) de este proyecto, que entra en una fase de ejecución conforme a lo previsto. Como prueba de ello, en octubre comenzaron las obras de explanación y cimentación en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma, para la instalación del GTC, y a finales de enero de este año se entregaban los dos primeros hexágonos del telescopio.



1. La vitrocerámica para el espejo

Empresa: "SCHOTT" (Mainz, Francfort, Alemania).
Fecha: 7 de junio de 1999.
Lugar: Instalaciones de "GRANTECAN, S.A.", en el IAC, en La Laguna.

En el mes de febrero y tras un proceso de licitación internacional, GRANTECAN adjudicó a la empresa SCHOTT de Alemania el contrato de suministro de los materiales vitrocerámicos con los cuales se construirán los 36 segmentos hexagonales (más 6 de repuesto) que formarán el espejo primario del GTC. Por sus altísimos requerimientos, son muy pocas las empresas en el mundo que fabrican este tipo de material, desarrollado inicialmente para la construcción de los espejos de los modernos telescopios, pero que hoy se emplea, también, en los electrodomésticos (placas vitrocerámicas).

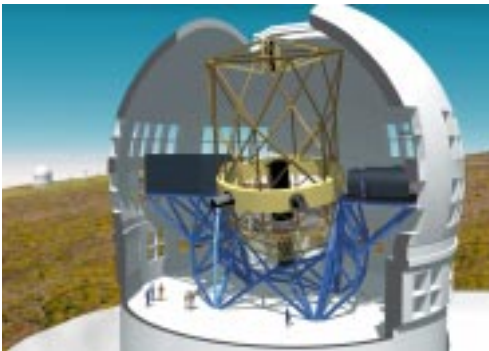
Los segmentos serán de ZERODUR™, un material cuya propiedad más importante y significativa es su coeficiente de dilatación térmica, extremadamente bajo, así como su gran homogeneidad. Se trata de un material inorgánico no poroso compuesto por una fase cristalina y una fase vítrea. Los materiales adecuados son fundidos, homogeneizados y conformados en caliente usando métodos comunes en la tecnología de vidrios ópticos. Después de enfriar y recocer el sustrato vítreo sigue un tratamiento térmico por el cual el vidrio se convierte en una vitrocerámica mediante una cristalización controlada. En el ZERODUR™ una fracción del 70-78% del material está en fase cristalina con estructura de cuarzo. Esta fase tiene expansión térmica negativa, mientras que el material en fase vítrea tiene expansión térmica positiva. La composición especial del vidrio base y las condiciones de cristalización dan como resultado un material con una expansión térmica extremadamente baja, la cual puede ser nula o negativa en ciertos rangos de temperatura dependiendo del programa de ceramización.

La entrega de los dos primeros segmentos estaba prevista para el 28 de enero de 2000.

Firmaron, por parte de GRANTECAN, **Pascual Fernández Martínez**, Presidente del Consejo de Administración y Director General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda, y **José Mendoza Cabrera**, Vicepresidente del Consejo de Administración y Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, y por parte de SCHOTT, **Reinhard Seibold**, Vicepresidente de la Dirección Óptica, y **Hans Morian**, Director del Proyecto ZERODUR.



2. La cúpula del telescopio



Unión Temporal de Empresas: “GMU”, constituida por “GHESA” (Madrid), “MONCAINSA” (Las Palmas) y “URSSA” (Vitoria).
Fecha: 13 de septiembre de 1999.
Lugar: Palacio de Salazar de Santa Cruz de La Palma.

La cúpula del GTC es una estructura de acero semiesférica, de 33 m de diámetro interno y 450 toneladas de peso, que incorporará una compuerta de más de 12 m de luz y más de 500 m² de abertura total para permitir la observación del telescopio. La cúpula rotará apoyada sobre una base cilíndrica de hormigón armado de 13,2 m de altura (el conjunto tendrá una altura total de unos 40 m). Su función consiste en proteger el telescopio y la instrumentación científica, al tiempo que sigue sus movimientos y le permite explorar la bóveda celeste.

Para la selección de la cúpula del GTC se hizo un estudio en el que se consideraron dos posibles modelos geométricos: una cúpula semiesférica, similar a la adoptada para los proyectos Keck y Gemini, y una cilíndrica (o poligonal), similar a la del proyecto VLT. Finalmente se ha optado por una cúpula semiesférica por tres razones: menor coste constructivo, mejor comportamiento estructural y menor coste de operación y mantenimiento. La cúpula estará térmicamente aislada de cara a reducir el calentamiento solar y dispondrá de aire acondicionado durante el día para mantener la temperatura de la cámara del telescopio a la temperatura nocturna prevista. También dispondrá de dos filas de compuertas que permitirán la ventilación natural de la cámara del telescopio durante las observaciones, garantizando la homogeneidad térmica y, por tanto, que no se degrade la calidad de la imagen.

Firmaron, por parte de GRANTECAN, **Pascual Fernández Martínez**, Presidente del Consejo de Administración y Director General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda, y por parte de GMU, **Jose Luis Albusac Rojas**, Gerente.

3. La obra civil

Empresa: “ACS, Proyectos y Construcciones, S.A.” (Madrid).
Fecha: 14 de octubre de 1999.
Lugar: Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) de la Presidencia de Gobierno, en Madrid.

La obra civil comprende en este caso las siguientes tres partes:

- El edificio del telescopio: consistirá en el anillo de hormigón para la cúpula y el pilar central sobre el que se asiente el telescopio. Además de la mayor en dimensiones, se trata de la parte más crítica de la instalación, dado que debe aislarse de cualquier vibración externa que pueda afectar al telescopio.
- El edificio anexo: contendrá los servicios asociados al telescopio (sala de control, oficinas, áreas de servicio, ventilación, corriente ininterrumpida, ...)
- El edificio auxiliar: albergará todas las instalaciones técnicas (transformadores de corrientes, grupos electrógenos, intercambiadores de calor, ...) que deben estar alejadas del telescopio para evitar perturbaciones en el mismo.

Los tres edificios ocupan en total una superficie de unos 2.500m², y estarán situados sobre una plataforma de 5.000m², en el Observatorio del Roque de los Muchachos. A esta plataforma se accederá mediante una carretera de 800m, que comenzó a construirse el pasado 18 de octubre, siendo la primera obra en acometerse. Le ha seguido la explanación de la zona de ubicación de los edificios y, posteriormente, la cimentación. El proyecto prevé haber terminado la parte del edificio que sustenta la cúpula para proceder a su instalación a finales del año 2000, mientras que toda la obra civil se habrá entregado a finales del 2001.



“ACS, Proyectos y Construcciones, S.A.” es una empresa de fuerte implantación canaria y, en particular, en la isla de La Palma, donde ha ejecutado varios proyectos, entre ellos la construcción de la carretera de acceso al Observatorio del Roque de los Muchachos, con motivo de su inauguración en 1985.

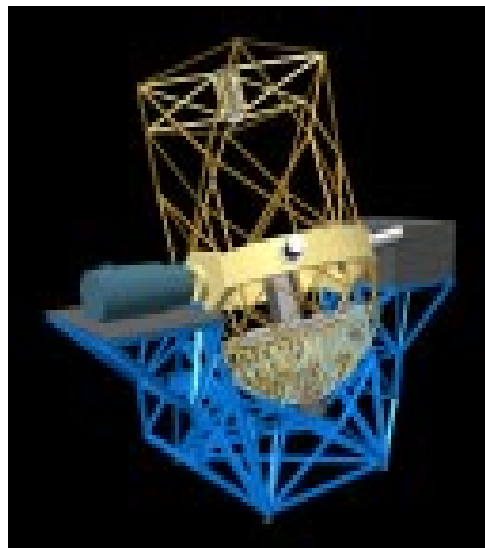
Firmaron, por parte de GRANTECAN, **Pascual Fernández Martínez**, Presidente del Consejo de Administración y Director General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda, y por parte de ACS, **Rosendo Cabrera Hernández**, Director Regional.



4. La estructura mecánica y los mecanismos de movimiento

Unión Temporal de Empresas: “SG”, constituida por “GHESA” (Madrid) y “SCHWARTZ HAUTMONT” (Tarragona).
Fecha: 23 de diciembre de 1999.
Lugar: Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) de la Presidencia de Gobierno, en Madrid.

El Consejo de Administración de GRANTECAN adjudicó el contrato para la construcción de la estructura mecánica y mecanismos de movimiento del GTC a la Unión Temporal de Empresas (UTE) constituida por GHESA, empresa de Madrid que también forma parte de la UTE para la construcción de la cúpula del telescopio, y Schwartz Hautmont, empresa ubicada en Tarragona que construyó la estructura mecánica del telescopio Keck 1, de Hawai.



La estructura mecánica, que pesa 300 toneladas de masa móvil, debe soportar los espejos del telescopio, además de otros integrantes e instrumentos. Para ello tiene que ser lo suficientemente rígida para mantenerla dentro de las especificaciones y poder realizar los movimientos correctores de la rotación terrestre con extrema suavidad y precisión, requisitos que la hacen tecnológicamente compleja. Tras su construcción y pruebas en Tarragona, el montaje en el Observatorio del Roque de los Muchachos está previsto para la primera mitad del año 2002.

Firmaron, por parte de GRANTECAN, **Pascual Fernández Martínez**, Presidente del Consejo de Administración y Director General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda, y por parte de SG, **Jesús Sánchez Álvarez-Campana**, Gerente.

5. El pulido de los segmentos

Empresa: “REOSC” (París, Francia).
Fecha: 18 de enero de 2000.
Lugar: Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) de la Presidencia de Gobierno, en Madrid.

El Consejo de Administración de GRANTECAN adjudicó el contrato para el pulido de los segmentos del espejo primario del GTC —el quinto y último de los grandes contratos del proyecto- a la empresa francesa REOSC, en competencia internacional con la empresa alemana ZEISS y la empresa americana KODAK.



La empresa REOSC, ubicada en París, también pulió los espejos de los cuatro telescopios del VLT (*Very Large Telescope*), instalados en Chile, de ESO (*European Southern Observatory*), y los de los dos telescopios “Gemini”, instalados en Hawai y Chile, respectivamente, del consorcio internacional dirigido por AURA (*Association of Universities for Research in Astronomy*).

Firmaron, por parte de GRANTECAN, **Pascual Fernández Martínez**, Presidente del Consejo de Administración y Director General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda, y **Francisco Sánchez Martínez**, Secretario del Consejo de Administración de GRANTECAN y Director del IAC, y por parte de REOSC, **Pascal Dupuy**, Director de Operaciones.

OTROS CONTRATOS

Con la empresa española “CESA” (Construcciones Españolas de Sistemas Aeronáuticos) se ha firmado en enero el contrato para el desarrollo del sistema de soporte pasivo de los segmentos del telescopio. CESA está desarrollando para GRANTECAN prototipos de los actuadores de los segmentos.

Firmaron, por parte de GRANTECAN, **Pascual Fernández Martínez**, Presidente del Consejo de Administración y Director General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda, y **Francisco Sánchez Martínez**, Secretario del Consejo de Administración de GRANTECAN y Director del IAC, y por parte de CESA, **José Cataluña Casanova** y **Eduardo Chamorro González-Tablas**, Director General y Director Técnico y Comercial, respectivamente.

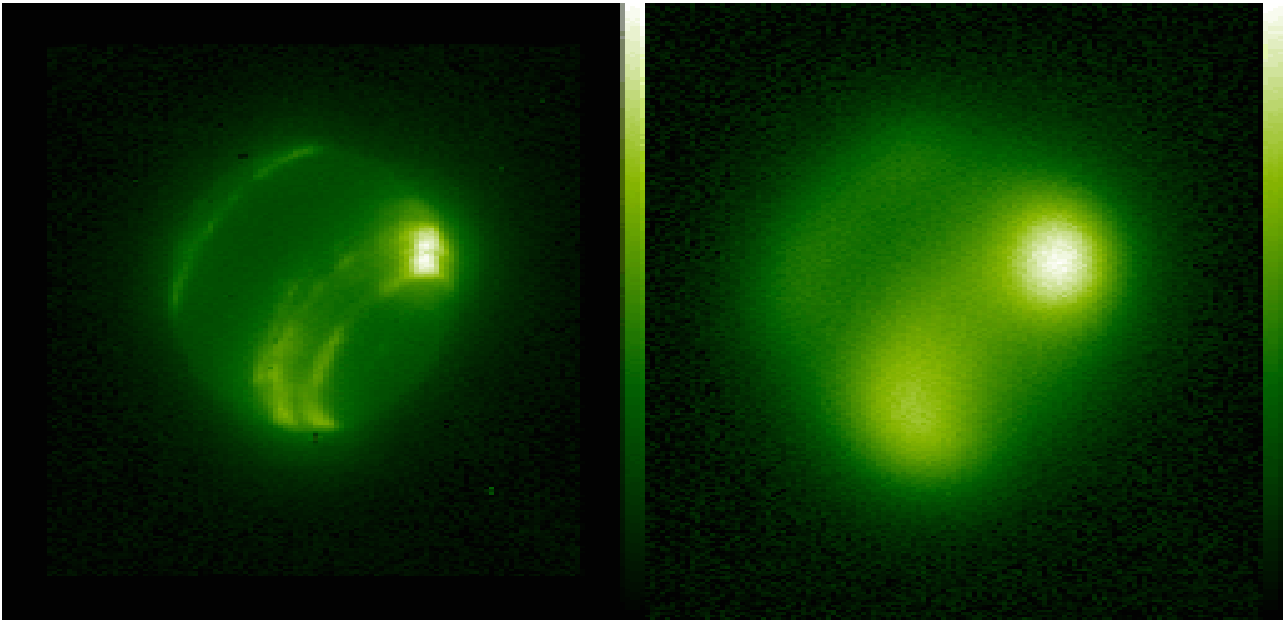


Fig. 1. El planeta Neptuno observado con el telescopio Keck, de 10 m de espejo primario, en la banda de metano. A la izquierda, la imagen obtenida con el sistema de óptica adaptativa. A la derecha, imagen sin corregir. El color es falso.

Óptica adaptativa en el GTC

La *óptica adaptativa* es una técnica que permite, mediante el uso de óptica deformable, corregir gran parte de los defectos introducidos por la atmósfera terrestre en las imágenes observadas con un telescopio. Conscientes de la importancia que la comunidad astronómica concede a esta técnica, el Gran Telescopio Canarias (GTC) ha incluido en su diseño un sistema de óptica adaptativa que estará operativo en el año 2005. En este artículo, el Director Científico del GTC, José Miguel Rodríguez Espinosa, justifica la importancia de un programa de desarrollo de óptica adaptativa para este telescopio.

JOSÉ MIGUEL RODRÍGUEZ ESPINOSA
(Director Científico del GTC)

La óptica adaptativa es una técnica que permite corregir las perturbaciones más importantes que sufren las imágenes astronómicas debido a la atmósfera terrestre. Con este sistema es posible obtener imágenes más nítidas, o como decimos los astrónomos, de mejor resolución espacial. La diferencia que introduce esta técnica es comparable a la que existe entre mirar un objeto situado en el fondo de una piscina con agua o sin agua.

De la importancia para la investigación astronómica habla el hecho de que todos los telescopios u observatorios con telescopios mayores de 4 metros han desarrollado o están desarrollando sistemas de óptica adaptativa adecuados a sus necesidades.

El Comité Científico Asesor del GTC, consciente de las grandes ventajas que esta técnica supondrá para la astronomía, recomendó la adopción, posteriormente aprobada por el Consejo de Administración de GRANTECAN, de un programa que dotara al GTC de un sistema de óptica adaptativa de alto nivel, lo que contribuirá a una mayor proyección de este telescopio en el plano internacional. Dado que la puesta en operación de un sistema de óptica adaptativa es un reto tecnológico que puede llevar del orden de cinco años, el diseño conceptual del sistema de óptica adaptativa se ha de realizar a lo largo de este año, para tener un sistema operativo a finales de 2005.

Ventajas para la astronomía

Las posibilidades que la óptica adaptativa ofrece a la astronomía son espectaculares. Eliminar las per-

turbaciones producidas por la atmósfera equivale esencialmente a observar desde el espacio.

Las perturbaciones atmosféricas causan una pérdida en nitidez o resolución espacial. Esta pérdida se traduce, por un lado, en una disminuida capacidad para resolver objetos, es decir, para realizar estudios detallados de su morfología. Por otro lado, influye también en la capacidad de detectar objetos débiles, dado que la imagen se dispersa en puntos de luz mayores.

En efecto, debido a las perturbaciones atmosféricas, la energía procedente de cada punto luminoso de un objeto astronómico se distribuye en un área sobre el detector que es tanto más grande cuanto peor es el estado de la atmósfera. Ganar nitidez en las imágenes significa concentrar en un menor número de puntos sensibles del detector los pocos fotones que nos llegan de los objetos débiles o lejanos; por tanto, la probabilidad de verlos es mayor.

Las figuras que acompañan a este texto muestran la importancia de la capacidad de resolver objetos espacialmente, y no sólo en astronomía sino en muchas otras áreas del saber.

El estudio de los planetas de nuestro sistema solar es un campo que se ve claramente favorecido por el aumento de resolución espacial que proporciona la óptica adaptativa. Estudios de la actividad atmosférica de los planetas gigantes, de gran importancia para entender su evolución, serán posibles con esta técnica.

La mejora que introduce la óptica adaptativa se puede cuantificar utilizando la relación entre el tamaño

del telescopio y el tamaño de la mejor imagen que puede obtener. El poder de detección de un telescopio aumenta con el diámetro de su espejo primario y disminuye con el tamaño de la imagen que forma de un objeto puntual (de aquí la importancia de la calidad de imagen en un telescopio). Por tanto, la diferencia con un mismo espejo de 10 metros, entre conseguir enfocar imágenes de 0.4 segundos de arco (lo posible en una noche de visibilidad excelente) y una imagen de 0.04 segundos de arco, que debe ser posible con un sistema de óptica adaptativa, equivaldría a tener un espejo primario de 100 metros. De ahí que, como decíamos al principio, la mayor parte de los observatorios y telescopios importantes o bien ya disponen de un sistema propio de óptica adaptativa o bien están trabajando en ello.

Otras aplicaciones

La óptica adaptativa tiene además importantes aplicaciones tecnológicas fuera de la astronomía. Sistemas que utilizan óptica adaptativa pueden verse ya en áreas tan diversas como la medicina, la observación de la Tierra, la comunicación mediante láser con satélites, donde la transmisión a través de la atmósfera es de vital importancia, y la utilización de láseres de alta potencia para conseguir la fusión nuclear, sin olvidar las aplicaciones en la industria de defensa.

Esta técnica es de gran interés especialmente en oftalmología, donde los profesionales de esta rama médica se ven limitados para examinar el fondo de ojo por las propias aberraciones del ojo humano. Mediante el uso de óptica adaptativa puede observarse el fondo del ojo con nitidez (resolución) hasta ahora inusual. Existe gran actividad investigadora en este

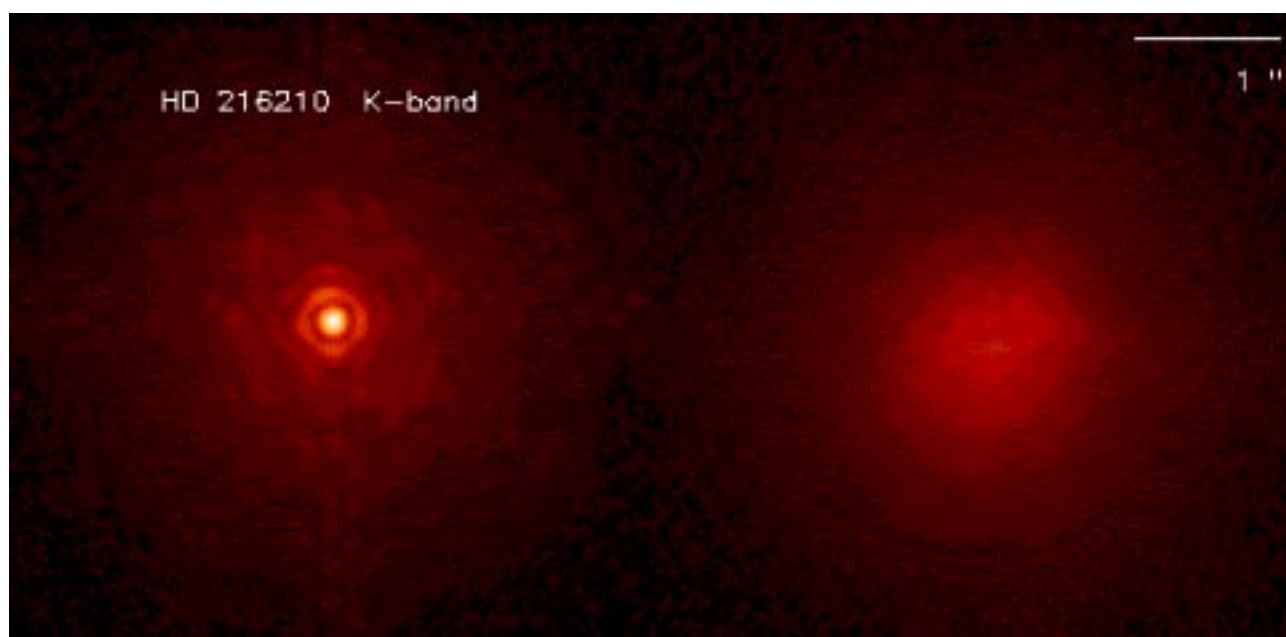


Fig. 2. Imagen de la estrella HD 216210 en la banda K (2.2 μm), corregida con óptica adaptativa a la izquierda y sin corregir a la derecha. Nótese como la energía es distribuida en un área mayor del detector en el caso de la imagen sin corregir, lo que impediría por ejemplo observar objetos débiles (*¿planetas?*) que pudiesen estar cercanos a la estrella principal.

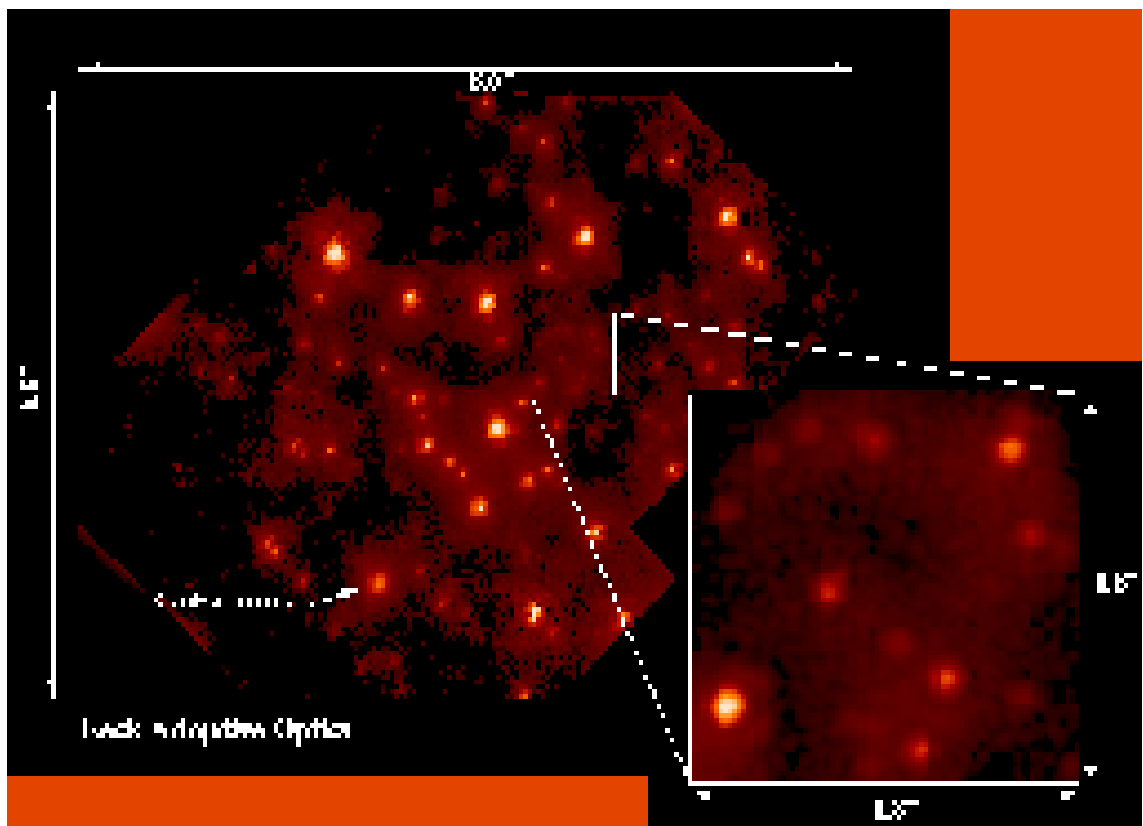
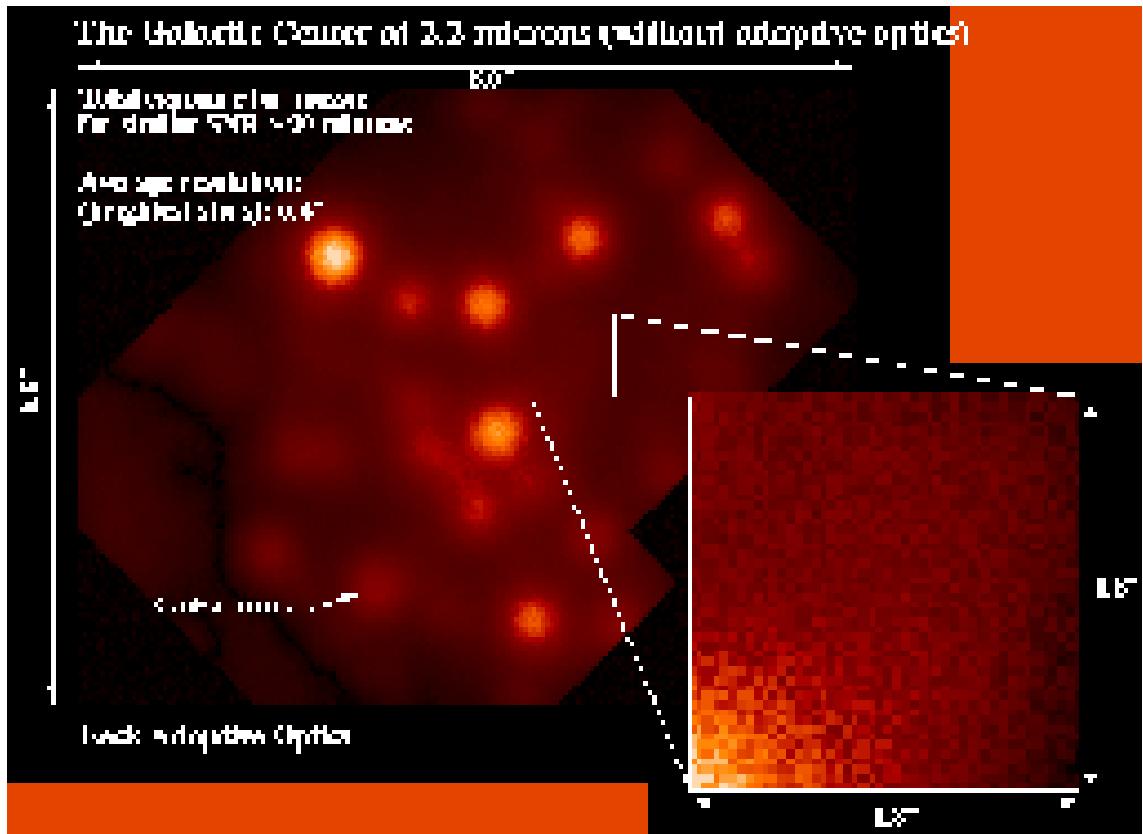


Fig. 3. En la imagen superior, el centro de la Vía Láctea en 2.2 micras visto con el Keck. Nótese cómo en la zona del recuadro que coincide con el centro mismo de la Galaxia no se aprecia ninguna estrella. En la imagen inferior, la misma zona, esta vez observada con el sistema de óptica adaptativa del Keck. Puede apreciarse la gran cantidad de información presente en esta imagen en comparación con la imagen anterior, que permite incluso determinar la cinemática de la región, lo que será decisivo para determinar la existencia y propiedades de un agujero negro en el centro de nuestra galaxia.

campo en varias Universidades extranjeras así como en España, en las Universidades de Murcia, Vigo y Santander, entre otras.

Principios de la óptica adaptativa

La óptica adaptativa es una tecnología que permite determinar y corregir gran parte de las aberraciones con que llega el frente de onda de los objetos observados. El frente de onda es la envolvente geométrica de todos los rayos de luz que salieron al mismo tiempo de un objeto luminoso. Cuando el origen de la luz es un punto, el frente de onda es esférico; pero si está suficientemente lejos, como en el caso de las estrellas, ese frente es prácticamente plano.

En un sistema de óptica adaptativa, el frente de onda, perturbado por la atmósfera, es analizado en primer lugar por un sensor de frente de onda, que determina sus aberraciones. Esta información pasa al reconstructor de fase, el cual calcula las correcciones que debe realizar y las deformaciones que ha de adoptar el espejo deformable para compensar las aberraciones originales del frente de onda (ver fig. 4).

Estrellas de láser artificiales

Con el sensado del frente de onda se pretende medir las aberraciones introducidas por la columna de atmósfera que atraviesa la luz proveniente del objeto astronómico. Normalmente, los objetos que se quieren estudiar son muy débiles, por lo que la medida de las perturbaciones del frente de onda ha de realizarse con alguna estrella brillante cercana al objeto de interés para que la luz procedente de esta estrella de referencia atraviese aproximadamente la misma columna de atmósfera que el objeto. Sin embargo, no siempre es posible encontrar estrellas suficientemente cercanas al objeto astronómico de interés y suficientemente brillantes para poder utilizarlas para medir el frente de onda.

La solución que se ha encontrado a este problema consiste en la producción de estrellas artificiales mediante la excitación con un rayo láser de la capa de sodio existente en las altas capas de la atmósfera. Esto requiere la utilización de láseres de elevada potencia y es una técnica que está aún en pleno desarrollo.

Una nueva tecnología

La óptica adaptativa es una técnica relativamente reciente, aunque los resultados, sin embargo, no se están haciendo esperar. Hoy en día no se concibe ningún gran telescopio sin un sistema de óptica adaptativa. Es más, cualquier próximo salto en el tamaño de los telescopios ha de contar necesariamente con el empleo sistemático de esta técnica. Ello es debido fundamentalmente a que la instrumentación científica sin el uso de óptica adaptativa aumentaría de tamaño directamente con el tamaño del telescopio, lo que daría como resultado tamaños inviables. Con óptica adaptativa, se reduce el tamaño del disco ocupado por las imágenes y el tamaño de los instrumentos se independiza del tamaño del telescopio.

Cualquier proyecto de futuro gran telescopio pasa por la adquisición de una gran experiencia en óptica adaptativa y por el dominio tecnológico de la segmentación en el espejo primario. Por ello, la experiencia que está adquiriendo el telescopio Keck, de gran aplicación para el GTC, y la propia experiencia que este telescopio español adquirirá tanto por ser segmentado como por el uso de óptica adaptativa, sitúa al GTC y a la industria española que participe en el desarrollo del telescopio y de su sistema de óptica adaptativa en una posición clave de referencia en el entorno europeo.

El coste de un sistema de óptica adaptativa se estima en 1.200 millones de pesetas. Posteriormente se espera contar con un sistema láser para producir estrellas artificiales cuyo costo puede ser de 300 millones de pesetas adicionales, si bien la urgencia de este último sistema no es inmediata. El Comité Científico Asesor considera que las ganancias que se obtendrán en capacidad de observación astronómica, así como los beneficios de índole estratégica antes mencionados, compensan la inversión.

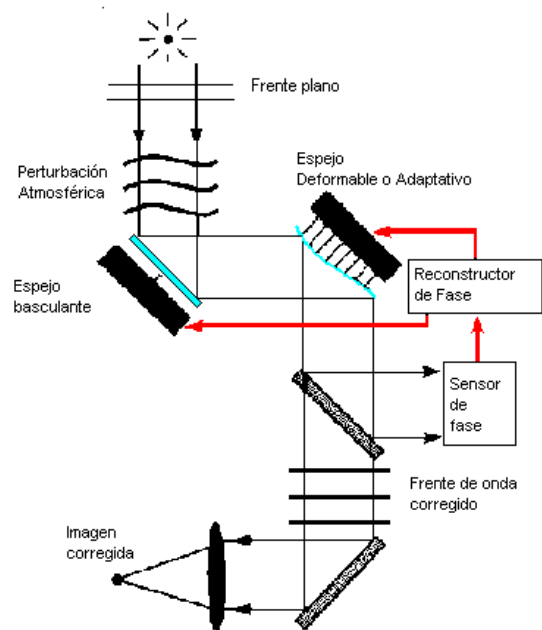


Fig. 4.

ESQUEMA DE UN SISTEMA DE ÓPTICA ADAPTATIVA. El frente de onda, perturbado por la atmósfera, es en primer lugar analizado por el sensor de frente de onda para determinar las aberraciones que trae consigo. Esta información pasa al reconstructor de fase, el cual calcula las correcciones que se deben realizar y las deformaciones que ha de adoptar el espejo deformable.

ENTREVISTA CON:

CHARLES TELESCO/Universidad de Florida

"Al GTC le espera un gran futuro en el ámbito del infrarrojo"

Su presencia en el IAC empieza a ser habitual. Charles M. Telesco, del Departamento de Astronomía de la Universidad de Florida, nos ha visitado en varias ocasiones. En dos de ellas, como profesor de las *Canary Islands Winter School of Astrophysics*, en concreto de las Escuelas de Invierno sobre Astronomía Infrarroja, en 1992, y sobre Astrofísica con grandes bases de datos en la era internet, en 1997. También ha sido invitado a uno de los Coloquios para investigadores organizados por el IAC y la Fundación BBV, de nuevo como experto en el desarrollo de instrumentación infrarroja. Su última visita estaba relacionada con la cámara-espectrógrafo infrarroja CANARI-CAM, uno de los instrumentos propuestos para el Gran Telescopio Canarias (GTC), junto con EMIR, un espectrógrafo multiobjeto infrarrojo, y OSIRIS, un sistema óptico para imagen y espectroscopía integrada de resolución baja/intermedia. La Universidad de Florida -a propuesta del Prof. Telesco- no sólo se implicaría en el desarrollo de CANARI-CAM, sino que también podría participar en el proyecto del GTC, dentro del 30% de la posible financiación externa de este gran telescopio.

La investigación astrofísica depende del mejor aprovechamiento de las observaciones hechas con los grandes telescopios de la última generación. Los astrónomos requieren tiempo de observación en aquellos instrumentos que puedan proporcionarles los datos para confirmar sus planteamientos teóricos.

El Gran Telescopio Canarias (GTC), situado en un punto privilegiado como es el Observatorio del Roque de los Muchachos, va a suponer sin duda el instrumento en tierra más moderno del momento para observar el Universo. De ahí que un grupo de astrofísicos de la Universidad de Florida, con una larga trayectoria y una amplia experiencia en el diseño y construcción de instrumentación astronómica, no ha querido quedarse al margen de este nuevo gran telescopio que nace para la investigación. Por ello ha dado un primer paso: participar en el desarrollo de Canari-Cam, destinado a ser instrumento de primera luz en el GTC, cuando este telescopio comience sus observaciones.

"El deseo de la Universidad de Florida, además de su implicación en la realización de Canari-Cam, es ser socio en el GTC con una participación del orden del 10%."

Charles Telesco lidera el equipo que se ocupa del desarrollo de este instrumento para el GTC. Su rango de trabajo será la región del espectro electromagnético conocida como infrarrojo medio. Esta región del infrarrojo constituirá uno de los ámbitos de especialización del GTC. Su capacidad para trabajar en esta zona, unida a su gran espejo y a la calidad de su imagen, permitirá descubrir con Canari-Cam objetos hasta ahora imposibles de detectar.

"Canari-Cam -explica Telesco- será capaz de obtener imágenes, hacer espectroscopía, polarimetría y coronografía en el rango espectral del infrarrojo medio. Nuestro grupo de la Universidad de Florida, en donde se construirá el instrumento, lidera el equipo de Canari-Cam; no obstante, astrónomos del IAC, del Reino Unido y de otras instituciones de Estados Unidos tendrán también una participación importante".

"El objeto de mi visita al IAC en diciembre de 1999 -añade- ha sido debatir y tomar decisiones sobre las posibilidades del Canari-Cam, que serán tenidas en cuenta en la Fase de Diseño Preliminar, que comienza en enero del 2000."

El deseo de la Universidad de Florida, además de su implicación en la realización de Canari-Cam, es ser socio en el GTC con una participación del orden del 10%. Esto le daría opción al disfrute científico del tiempo de observación correspondiente y a tener abierta la puerta a la observación en otros telescopios del Observatorio Norte Europeo, integrado por el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, y por el Observatorio del Teide, en Tenerife.

"Soy muy optimista -señala Telesco- con respecto a las posibilidades de que la Universidad de Florida participe como socio en el proyecto GTC. Estamos en la fase de dar a conocer a los responsables de la Universidad de Florida y a los ciudadanos del Estado de Florida la importancia que la participación en el proyecto GTC tiene para el futuro del programa de astronomía de Florida. Es un proceso lento, porque se trata de mucho dinero para un solo estado (no hay que olvidar que Florida es sólo uno de los 50 estados de los Estados Unidos). Sin embargo, Florida es un estado fuerte y con la mirada puesta en el futuro. Pienso que la gente comprenderá y valorará nuestro caso".



"El objetivo -añade- es que la Universidad de Florida sea socio del GTC con una participación del 10%. Nuestra contribución al proyecto consistiría en la aportación de instrumentación puntera, pues el grupo de instrumentación de la Universidad de Florida es muy fuerte. No obstante, hay que decir que Canari-Cam se está desarrollando fuera de esa colaboración, es decir, el instrumento se construirá para el GTC, independientemente de que la Universidad de Florida llegue o no a participar en el proyecto."

Astronomía infrarroja

Como experto en astronomía infrarroja, Charles Telesco intuye óptimas posibilidades para el GTC en este rango del espectro electromagnético.

"Al GTC le espera un gran futuro en el ámbito del infrarrojo. En la región del infrarrojo medio, en la que trabajo, los beneficios que supone en el telescopio de las dimensiones del GTC son especialmente importantes. Por ejemplo, la cantidad de tiempo que se necesita normalmente para obtener una señal en el infrarrojo medio con un telescopio es inversamente proporcional al cuadrado del área del espejo. Esto quiere decir que un proyecto que en el GTC necesita una noche de observación, en un telescopio de 4 metros precisaría 40 noches. El GTC llevará a cabo programas que será imposible realizar con telescopios más pequeños y estará por mucho tiempo a la vanguardia de la astronomía infrarroja."

Congreso de planetas

Charles Telesco tenía previsto asistir al congreso sobre "Discos, planetesimales y planetas" que se celebrará en el Puerto de la Cruz, en Tenerife, del 24 al 28 de enero de este año. En la entrevista que mantuvimos con él nos adelantaba el motivo de su participación en esta reunión.

"Me han invitado a dar una conferencia describiendo los estudios actuales de la emisión en el infrarrojo medio de discos en torno a estrellas. Son discos de polvo y gas donde podrían haberse formado o estar formándose planetas. Hoy sabemos que muchas estrellas tienen planetas o discos girando a su alrededor."

"El objetivo de la investigación que presentaré en mi intervención -continúa- es conocer la conexión entre los discos y los planetas que se forman en ellos. Queremos responder a preguntas tales como con qué rapidez se forman los planetas, cuál es el proceso por el cual se forma un sistema planetario a partir de un disco de polvo,... El infrarrojo medio es importante porque las partículas de polvo de las que se forman los planetas son calentadas por la luz visible de la estrella y emiten en el infrarrojo medio esa radiación que han absorbido. Al obtener imágenes de una estrella con una cámara de infrarrojo medio, a veces se puede observar directamente esa emisión de calor procedente de las partículas de polvo del disco protoplanetario, que es inapreciable a longitudes de onda visibles, pero muy fácilmente detectable en el infrarrojo."

ORGANIGRAMA DE "GRANTECAN, S.A."

CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN



Presidente:

Pascual Fernández Martínez

Director General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda.

Vicepresidente:

José Miguel Ruano León

Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno Autónomo de Canarias.

Secretario:

Francisco Sánchez Martínez

Director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

Consejeros:

Fernando Aldana Mayor

Director de la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) de la Presidencia de Gobierno.

Rafael Aray de la Rosa

Responsable de los Servicios Generales del IAC.

Tomás García Cuenca Ariati

Director General de Enseñanza Superior e Investigación Científica del Ministerio de Educación y Cultura.

Adán Martín Menis

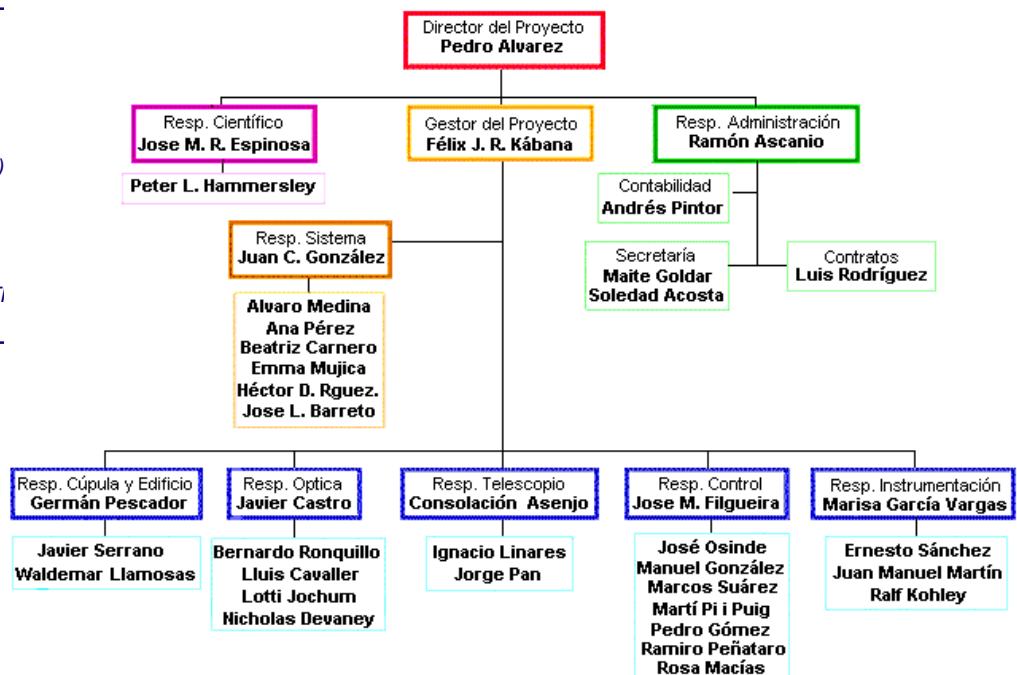
Consejero de Economía y Hacienda del Gobierno Autónomo de Canarias.

Lorenzo Alberto Suárez Alonso

Consejero de Industria y Comercio del Gobierno Autónomo de Canarias.

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR (SAC)

Artemio Herrero (IAC)
Carlos Eiroa (UAM)
Daniel Ponz (ESA VILSPA)
Francisco Garzón (IAC)
Jerry Nelson (UCSC)
José Miguel Rodríguez
Espinosa (IAC)
Juan Pérez Mercader (LAEFI)
Víctor Costa (IAA)



Direcciones en Internet: <http://www.iac.es/gabinete/grante/gtc.html> y http://www.gtc.iac.es/home_e.html